

Saimaan ammattikorkeakoulu
Sosiaali- ja terveysala, Lappeenranta
Fysioterapian koulutusohjelma

Kauranen Wille, Pimiä Juho-Matti ja Repo Tuomas

IKÄÄNTYNEIDEN ALARAAJOJEN EKSENTRINEN LIHASVOIMAHARJOITTELU

Opinnäytetyö 2010

TIIVISTELMÄ

Wille Kauranen, Juho-Matti Pimiä, Tuomas Repo
Ikääntyneiden alaraajojen eksentrisen lihasvoimaharjoittelu,
58 sivua, 9 liitettä
Saimaan ammattikorkeakoulu, Lappeenranta
Sosiaali- ja terveysala, fysioterapian koulutusohjelma
Opinnäytetyö, 2010
Ohjaaja: yliopettaja Kari Kauranen, Saimaan AMK

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia eksentrisen lihastyön vaikutuksia verrattuna perinteiseen kuntosaliharjoitteluun ikääntyneillä. Lisäksi tutkittiin harjoittelun aiheuttamien fysiologisten muutosten vaikutusta ikääntyneiden toimintakykyyn arjessa ja heidän omia kokemuksia harjoittelun vaikutuksista. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää eksentrisen harjoittelun vaikutukset ikääntyneiden liikuntakykyyn, tasapainoon, alaraajojen voimantuottoon sekä antropometrisiin muutoksiin kehon lihaksistossa.

Tutkimusryhmä (N=16) jaettiin eksentriseen ($n_1=6$) ja kuntosaliryhmään ($n_2=8$) alkumittausten jälkeen. Tämän jälkeen ryhmät suorittivat ohjatusti kaksi kertaa viikossa kymmenen viikon ajan progressiivisesti etenevää harjoitusohjelmaa. Eksentrisen ryhmän harjoitusohjelma koostui Metitur Oy:n Eccentric Trainer -laitteella suoritetusta harjoittelusta ja kuntosaliryhmän harjoitusohjelma perinteisestä kuntosaliharjoittelusta. Ryhmäläisiä ohjeistettiin lopettamaan muu alaraajoja kehittävä harjoittelu kymmenen viikon intervention aikana. Loppumittaukset suoritettiin intervention loputtua seuraavan viiden päivän aikana. Intervention aikana eksentrisessä ryhmässä oli katoa ($n=2$), ja heidän tuloksia ei otettu mukaan tulosten analysointiin.

Tutkimuksen alkua- ja loppumittaukset koostuivat laboratorio-olosuhteissa suoritetuista mittauksista sekä tutkimukseen osallistuvien henkilöiden sen hetkisestä koetusta subjektiivisesta fyysisestä toimintakyvystä. Mittaukset sisälsivät keuhkoostumusmittauksen, dynaamisen sekä staattisen tasapainon, kahdenkymmenen metrin liikkumiskykytestin sekä alaraajojen isometrisen ojennusvoiman. Mittauksissa saatuja tuloksia verrattiin ryhmien sekä alkua- ja loppumittausten välillä tarkoituksena selvittää onko eksentrisen alaraajaharjoittelu vaikutuksiltaan hyödyllisempää ikääntyneillä verrattuna perinteiseen kuntosaliharjoitteluun.

Tilastollinen analyysi suoritettiin SPSS 17.0 -ohjelmalla. Tutkimuksessa tilastollisen merkitsevyyden raja oli $p<0,05$. Ikääntyneiden eksentrisellä alaraajaharjoittelulla ei ollut tilastollisesti merkitsevää muutosta, josta olisi hyötyä liikkumiskykyyn, tasapainoon tai alaraajojen voimantuottoon eikä subjektiivisiin kokemuksiin toimintakyvystä alkua- ja loppumittausten välillä.

Saadut tulokset eivät ole yleistettävissä pienen otoskoon takia. Jatkotutkimuksia tarvitaan selvittämään, onko eksentrisellä alaraajaharjoittelulla vaikutusta ikääntyneiden toimintakykyyn ja arjessa selviytymiseen.

Avainsanat: ikääntyneet, alaraajaharjoittelu, eksentrisen, kuntosaliharjoittelu, toimintakyky, lihasvoima

ABSTRACT

Wille Kauranen, Juho-Matti Pimiä, Tuomas Repo

The effects of lower limb eccentric training for elderly

58 pages, 9 appendices

Saimaa University of Applied Sciences, Lappeenranta

School of Health Care and Social Services, Degree Program in Physiotherapy

Final Thesis 2010

Instructor: Principal Lecturer, Dr. Kari Kauranen

The purpose of this study was to evaluate the effects of eccentric strength training compared to traditional resistance training in elderly. Furthermore there was evaluated the effects of physiological changes of training to capacity of elderly in daily living and their own experiences of the training effects. The aim of this study was to clarify the effects of eccentric strength training to motility, balance, strength production of lower limb and anthropometric changes of musculature of the body in elderly.

Participants (N=16) were randomized to a eccentric group (n₁=6) and a concentric group (n₂=8) after pre-tests. After that both groups performed 10 week progressive muscle strength evaluating training program. Training program of treatment group consisted of training, which performed with Eccentric Trainer – equipment (Metitur Oy) and training program of control group consisted of traditional resistance training at gym. The programs involved supervised training two times per week. Participants were instructed to quit everything else developing training of lower limbs during 10 week intervention. Post-tests were performed after the intervention had stopped, during next 5 days.

Pre- and post-tests of the study consisted measurements which performed at laboratory conditions and exercise routines and working orders of participants. Measurements included body composition measurement, dynamic and static balance twenty meter walking test and isometric extension strength of lower limbs. Results of the measurements were compared between groups and tests, purpose to evaluate is eccentric lower strength training effects beneficial to elderly than traditional resistance training at gym.

The statistical analyses of the results was done by perform SPSS 17.0 program. The cut-off point for statistical significance was $p < 0,05$. Eccentric lower limb training had no statistical influence on walking speed, balance and strength produce of lower limbs.

The results of this study cannot be generalized because of the small sample size. More studies are needed to determine that has eccentric training effectives on capacity and coping on daily living in elderly.

Key words: elderly, lower limb training, eccentric, resistance training, capacity, muscle strength

SISÄLTÖ

| | |
|---|----|
| 1 JOHDANTO | 6 |
| 2 LIHASKUDOS..... | 8 |
| 2.1 Lihaksen rakenne | 8 |
| 2.2 Lihassupistus..... | 10 |
| 2.3 Dynaaminen ja staattinen lihastoiminta | 11 |
| 2.4 Lihasten mukautuminen harjoitteluun | 12 |
| 3 EKSENTRINEN LIHASTYÖ..... | 14 |
| 3.1 Eksentrisen lihastyön fysiologia..... | 14 |
| 3.2 Eksentrisen lihastyön vaikutukset..... | 15 |
| 4 IKÄÄNTYNEIDEN TOIMINTAKYKY | 17 |
| 4.1 Alaraajojen lihasvoima..... | 18 |
| 4.2 Liikkumiskyky | 19 |
| 4.3 Tasapaino..... | 20 |
| 5 IKÄÄNTYNEIDEN LIIKUNTA | 21 |
| 5.1 Lihastoiminta ikääntyessä | 21 |
| 5.2 Ikääntyneiden voimaharjoittelu | 22 |
| 5.3 Lihasvoiman menetys sekä voimaharjoittelu | 22 |
| 5.4 Harjoituskapasiteetti ikääntyessä | 23 |
| 6 TUTKIMUSONGELMAT | 24 |
| 7 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS | 25 |
| 7.1 Tutkimushenkilöt | 26 |
| 7.2 Tutkimusasetelma | 26 |
| 7.3 Interventio..... | 28 |
| 7.3.1 Eksentrisen ryhmä | 28 |
| 7.3.2 Kuntosaliryhmä | 31 |
| 7.4 Mittausmenetelmät | 32 |
| 7.4.1 Kehon koostumus | 32 |
| 7.4.2 Tasapaino | 33 |
| 7.4.3 Ojennusvoima | 36 |
| 7.4.4 Liikkumiskyky | 37 |
| 7.4.5 Fyysisen suorituskyvyn kysely | 38 |
| 7.5 Harjoituspäiväkirja | 39 |
| 7.5 Aineiston tilastollinen analysointi | 39 |
| 8 TULOKSET | 40 |
| 8.1 Harjoittelun vaikutus liikkumiskykyyn ja tasapainoon | 41 |
| 8.2 Harjoittelun vaikutus maksimaaliseen isometriseen voimantuottoon | 42 |
| 8.3 Harjoittelun vaikutus subjektiiviseen kokemukseen liikkumis- ja toimintakyvystä | 43 |
| 8.4 Eksentrisen harjoittelu verrattuna perinteiseen kuntosaliharjoitteluun | 43 |
| 9 POHDINTA | 44 |
| 9.1 Aineisto..... | 45 |
| 9.2 Menetelmät..... | 46 |
| 9.3 Tulokset..... | 48 |
| 9.4 Jatkotutkimusaiheet..... | 51 |
| 10 JOHTOPÄÄTÖKSET | 52 |
| LÄHTEET..... | 55 |

LIITTEET

- Liite 1 Yhteistyösopimus
- Liite 2 Saatekirje
- Liite 3 Terveyskysely
- Liite 4 Suostumuslomake
- Liite 5 Mittauksiin valmistautumisohje
- Liite 6 Mittauslomake
- Liite 7 Fyysisen suorituskyvyn kyselylomake
- Liite 8 Harjoituspäiväkirja
- Liite 9 Harjoitusohjelma

1 JOHDANTO

Tulevaisuudessa ikääntyneen väestön määrä tulee kasvamaan Suomessa. Ikääntyneiden ennakoidaan tarvitsevan yhä runsaammin sosiaali-, terveydenhuolto- ja kuntoutuspalveluita. Sairauksien lisäksi ikääntymiseen liittyy myös alentunut fyysinen suorituskyky. On tutkittu, että hyvä fyysinen suorituskyky on yhteydessä liikunnan harrastajien määrään. Liikunta on tärkeä terveyden ja toimintakyvyn ylläpitäjä sekä sairauksien ennaltaehkäisijä. (Ahvo, Berg, Jalkanen-Mayer, Kaikkonen, Kannus, Koivula, Käyhty, Tahikainen, Salmelin, Suominen & Timonen 2001.) On myös tutkittu, että eksentrisellä alaraajojen lihasvoimaharjoittelulla voidaan ennaltaehkäistä ikääntyneiden kaatumistapaturmia (LaStayo, Woolf, Lewek, Snyder-Mackler, Trude-Reich & Linstedt 2003).

Ikäihmisten kaatumistapaturmat ovat merkittävä kansanterveysongelma. Näistä tapaturmista valtaosa on erilaisia luunmurtumia. Esimerkiksi yli 50-vuotiaiden ryhmässä sairaaloiden vuodeosastoilla vuosittain hoidettavista noin 22 000 kaatumistapaturmasta 70 % on luunmurtumia muiden vammojen ollessa erilaisia pehmytkudosten tylppävammoja (10 %), nivelten nyrjähdysiksi ja lihasten ja jänneiden revähdyksiä (8 %), kallovammoja (7 %) sekä haavoja ja muita vammoja (5 %). Kaatuminen voi johtaa myös kuolemaan: Suomessa kuolee vuosittain yli 900 henkilöä kaatumistapaturman takia, ja heistä noin 700 on 65-vuotiaita tai sitä vanhempia. (Ahvo ym. 2001.)

Aiheen valinnassa eksentriseen lihasvoimaharjoitteluun päädyttiin keväällä 2009, kun Saimaan ammattikorkeakoulun Oppimiskeskus Motiiviin saapui Metitur Oy:n valmistama Eccentric Trainer -laite. Kohderyhmäksi tarkentui Lappeenrannan kaupungin liikuntatoimen ikääntyneiden kuntosaliryhmä. Ryhmä koostuu yli 60-vuotiaista lappeenrantalaisista ikääntyneistä. Aiheen valintaan vaikutti kiinnostus eksentristä harjoittelua kohtaan sekä aivan uusi laite (Eccentric Trainer), jolla kyseistä lihastyötä voidaan harjoittaa.

Opinnäytetyön kohderyhmässä päädyttiin ikääntyneisiin, koska eksentrisen harjoittelun on tutkittu olevan edullinen harjoittelumuoto ikääntyneille. Korkea voimantuotto matalalla energiantarpeella tekee eksentrisestä harjoittelusta ihan-

teellisen harjoittelumuodon ikääntyneille (LaStayo ym. 2003). Tämä saattaa olla tärkeää erityisesti ikääntyneille sekä sydän- ja verisuonipotilaille, joille perinteinen kuntosaliharjoittelusta aiheutuvat vasteet eivät sovi (LaStayo, Reich, Urquhart, Hoppeler, & Lindstedt 1999). Eksentriseen harjoitteluun yhdistetään usein kudonsvauriot ja lihaskipu, mutta tutkimukset osoittavat että kudokset adaptoituvat nopeasti eksentriseen lihastyöhön (Gerber, Marcus, Dibble, Greis, Burks & LaStayo 2007). Fysioterapian osalta mielenkiintoista on tutkia eksentrisen harjoittelun vaikutusta lihasvoimaan ja liikkumiseen ikääntyneillä, koska on tutkittu, että näitä kahta osa-aluetta parantamalla voidaan ennaltaehkäistä kaatumistapaturmia ikääntyneillä (LaStayo ym. 2003).

Tutkimuksen tarkoitus on selvittää kymmenen viikon eksentrisen alaraajojen lihasvoimaharjoittelun vaikutusta ikääntyneiden alaraajojen lihasvoimaan ja toimintakykyyn sekä verrata eksentrisen alaraajojen lihasvoimaharjoittelun vaikutusta perinteiseen kuntosaliharjoittelun vaikutuksiin. Tutkittavat toimintakyvyn osa-alueet ovat alaraajojen maksimaalinen isometrinen ojennusvoima, tasapaino, liikkumiskyky, subjektiiviset tuntemukset fyysisestä toimintakyvystä sekä kehon koostumus.

2 LIHASKUDOS

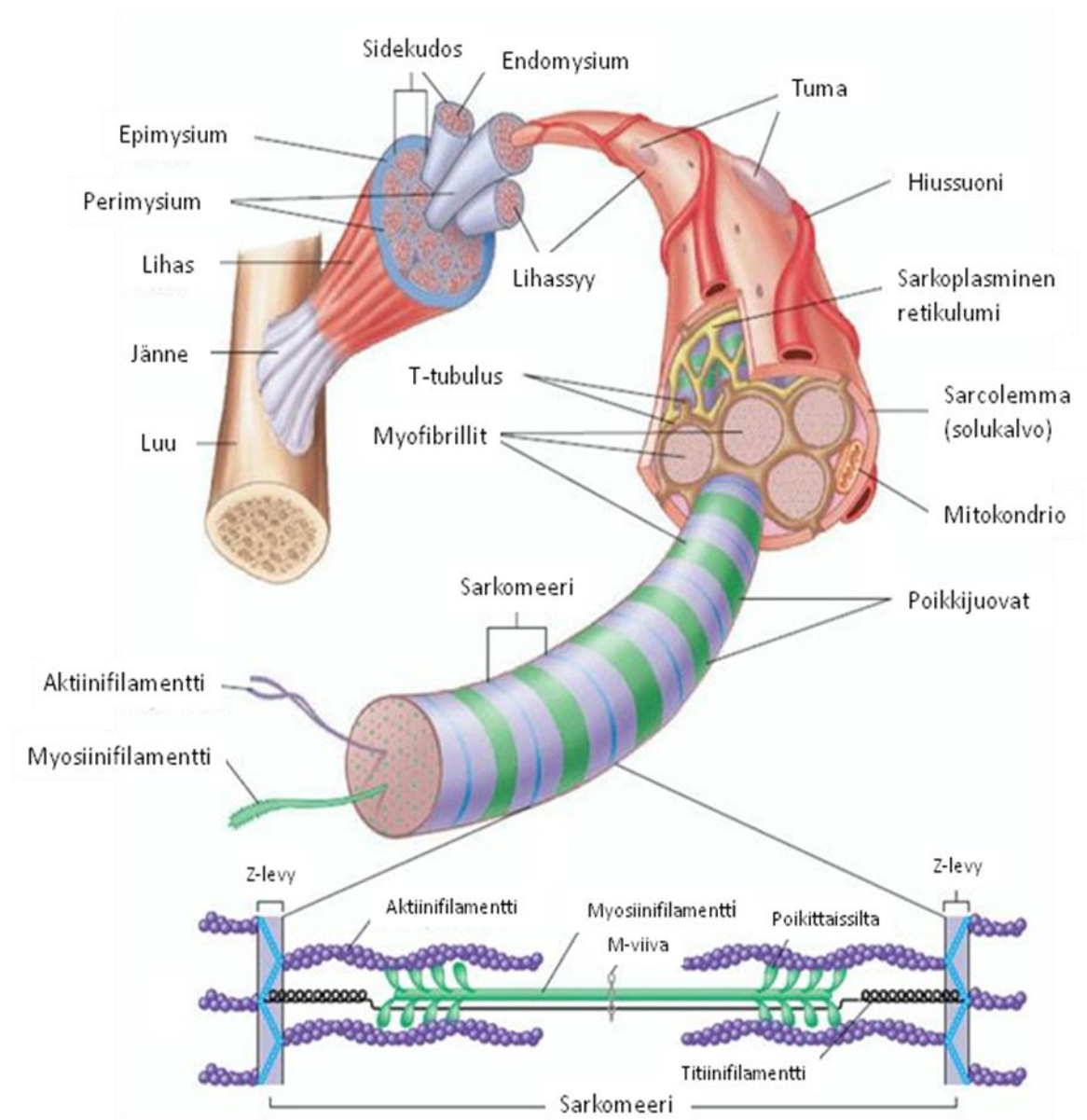
Lihaskudostyypppejä on kolme: sileä-, sydän- ja poikkijuovainen lihaskudos. Sileää lihaskudosta löytyy ruuansulatuselinten seinämistä ja tietyistä verisuonista. Sydänlihaskudos muodostaa suurimman osan sydämen seinämistä. (Abernethy, Hanrahan, Keppers, Mackinnon & Pandy 2005, 25.) Luurankolihakset muodostavat noin 40 % ihmisen massasta ja ne vaihtelevat muodoiltaan, kooltaan, jänne liitoksiltaan ja supistuvilta ominaisuuksiltaan (Cerny & Burton 2001, 121). Luurankolihaksista 75 % on vettä, 20 % valkuaisainetta ja loput rasvoja, hiilihydraatteja ja epäorgaanisia suoloja. Lihassolut pystyvät muuttamaan kemiallisen energian mekaaniseksi ja lämpöenergiaksi, mikä on liikkumisen kannalta välttämätöntä. (McArdle, Katch & Katch 2001; Alen & Rauramaa 2005.) Luurankolihakset ovat suunniteltu tuottamaan ihmisen kehon osien liikkeitä. Lihasten erilaisten ominaisuuksien ansiosta ihminen pystyy tuottamaan monipuolisia liikkeitä (Cerny & Burton 2001). Koska lihassupistuksia vaaditaan kaikkien liikkeitten suorittamiseen, ovat ne oleellisesti läsnä jokapäiväisessä elämässä.

2.1 Lihaksen rakenne

Poikkijuovaiset lihassytyt ovat lieriömuotoisia, halkaisijaltaan 10–100 µm ja joiden pituus vaihtelee laajalti voiden olla jopa 40 cm pitkiä. Keskeisin toiminnallinen yksikkö poikkijuovaisessa lihaksessa on sarkomeeri, mitkä voidaan erottaa mikroskooppisesti tarkasteltaessa lihassytyä. Jokainen lihassyty koostuu kymmenistä tuhansista sarkomeereistä. Sarkomeerien molemmissa päissä on Z-levy. Sarkomeerin sisältä voidaan vielä erottaa ohut aktiinifilamentti ja paksu myosiinifilamentti, jotka ovat oleellisena osana lihaksen supistumisessa (kuva 1). (Cerny & Burton 2001, 123; Abernethy ym. 2004, 26.)

Lihassolujen välistä kudosta kutsutaan sidekudokseksi, mikä jaetaan kolmeen osaan. Sidekudoksen tarkoituksena on pitää lihas kasassa ja välittää lihaksen supistumisessa tuottama voima eteenpäin. Yksittäiset lihassolut ovat ympäröity sidekudoksella, joka on nimeltään endomysium. Perimysium ympäröi lihassolukimppuja ja koko lihaksen ympärillä on epimysium. Korkeaa vetoa kestävä sidekudos soveltuu hyvin siirtämään voimaa lihassupistuksen aikana. Kaikki nä-

mä sidekudokset yhdistyvät lihaksen molemmissa päissä jänteeksi. Nivelten yli kulkevat lihakset, ja vartalon sekä raajojen suurimmat lihakset kiinnittyvät jän-teillä luuhun molemmista päistä. Kun lihas supistuu se vetää niitä osia, mihin se on kiinnittynyt, toisiaan kohti ja syntyy liikettä. (McArdle ym. 2001, 359; Cerny & Burton 2001, 124; Abernethy ym. 2004, 25.)



Kuva 1. Lihaksen rakenne (Structure of skeletal muscle), (<http://www.shoppingtrolley.net/skeletal%20muscle.shtml>)

Lihassyiden rakenne on tärkeä lihaksen tuottaman voiman kannalta. Useimmat lihakset muodostuvat lihassyistä, jotka ovat rinnakkain lihaksen pituussuuntaan ja kohdistavat supistuessaan voiman suoraan jänteeseen. Muut lihakset, kuten

isoimmat sellaiset, muodostuvat lihassyistä, jotka ovat kulmassa voimantuoton suuntaan. Tällöin samaan poikkileikkausalueeseen mahtuu enemmän lihassyitä. Voimantuotto on riippuvainen koko poikkileikkausalan lihassyistä, joten sellaiset lihakset joiden lihassyt ovat kulmassa voimantuottosuuntaa vasten tuottavat enemmän voimaa kuin ne lihakset, jotka ovat rinnakkain lihaksen mukaisesti. (Cerny & Burton 2001.)

Lihassolut jaetaan kahteen ryhmään: hitaisiin (tyyppi I) ja nopeisiin (tyyppi II) lihassoluihin. Nimensä mukaisesti hitaat lihassolut supistuvat hitaasti ja nopeat lihassolut nopeasti hermosignaalin tultua lihakseen. Nopeimmat lihassolut saavuttavat huippujännityksen noin 10ms kohdilla ja hitailla lihassoluilla huippujännitys saavutetaan noin 100ms kohdalla. Nopeilla lihassoluilla on myös nopeampi rentoutumisvaihe kuin hitailla soluilla. (Cerny & Burton 2001; Adams 2004.)

2.2 Lihassupistus

Lihassupistus tapahtuu lihaksen pienimmässä toiminnallisessa yksikössä sarkomeerissä. Sarkomeerin molemmissa päissä on Z-levyt, jotka lähenevät toisiaan, silloin kun lihas supistuu. Lihassolu koostuu sadoista tuhansiin myofibrilleistä. Nämä myofibrillit muodostuvat kahdesta myofilamentista, jotka koostuvat kahdesta eri valkuaisaineesta aktiinista ja myosiinista. Aktiinifilamentti on kiinni Z-levyissä. Myosiinifilamentti kiinnittyy aktiinifilamenttiin poikittaissilloilla ja vetää aktiinifilamenttia itseään kohti, jolloin sarkomeeri kaventuu ja lihas supistuu. (Cerny & Burton 2001; 125–127; Abernethy ym 2004.) Supistuvien aktiini- ja myosiiniproteiinien lisäksi lihassupistukseen säätelyyn vaikuttavat tropomyosiini- ja troponiiniproteiinit sekä titiini, joka on tärkeä proteiini lihaksen toiminnallisuuden kannalta. Osa voimantuotosta eksentrisen supistuksen aikana liittyy lihasten poikittaisiltojen lisääntyneeseen kuormitukseen ja osittaiseen kasvuun. Tutkimustieto osoittaa myös, että solunsisäiset proteiinit (esim. titiini) sarkomeerien sisällä ovat isossa roolissa lihaksen elastisessa osassa, joka osallistuu voimantuottoon eksentrisen venytyksen aikana. Titiini on tärkeä proteiini, joka kulkee z-levystä m-viivaan sarkomeerissa. Titiinin stabiloiva toiminta sarkomeerissa voi selittää, miksi myosiinifilamentit eivät liiku sarkomeerin toiseen päähän

supistuksen aikana, kun voima kohdistuu epätasaisesti myosiinifilamentin molempiin päihin. (Nigg, MacIntosh & Mester 2000.)

Myosiinifilamentin tarttuminen aktiiniin vaatii energiaa. Tarvittava energia tulee adenosinitrifosfaatti (ATP) molekyylistä. ATP on energiamuoto, jota valmistetaan lihassolun mitokondrioissa. ATP ei itsessään pysty saamaan aikaan lihas-supistusta vaan siihen tarvitaan proteiinia, mikä hajottaa ATP:n adenosinidifosfaatiksi (ADP), kyseisessä prosessissa vapautuu energiaa. (Adams 2004, 13.)

Luurankolihasen supistuminen vaatii somaattisen hermoston käskyn, jolloin signaalit kulkevat selkäytimestä motorisia hermosyitä pitkin pienimpään hermolihaskäytimen osaan, motoriseen yksikköön, mihin kuuluvat hermo sekä siihen yhdistyvät lihassolut. Lihaksilla, jotka osallistuvat hienomotorisiin tehtäviin, on suhteellisen vähän lihassoluja yhdessä motorisessa yksikössä ja lihaksilla, joilta vaaditaan paljon voimaa, on paljon lihassoluja yhdessä motorisessa yksikössä. (Cerny ym 2001; Abernethy ym 2004; Adams 2004.)

2.3 Dynaaminen ja staattinen lihastoiminta

Lihasten tuottama työ jaetaan kahteen pääluokkaan: dynaamiseen sekä staattiseen. Lihasten aktivoituessa pystytään tuottamaan kolmea eri toimintoa liikuntaelimistössä: isometristä, konsentrista ja eksentristä lihastyötä. Lihaksen kiinnityskohdat ylittävät nivelen, jolloin lihaksen supistuessa tuotetaan liikettä nivellessä, lähentämällä lihaksen kiinnityskohtia. Näin tapahtuu konsentrisessa lihas-työssä. Kun taas lihas pidentyy aktiivisesti, työtä kutsutaan eksentriseksi lihas-työksi. (Abernethy ym. 2004.)

Staattiseksi eli isometriseksi lihastyöksi kutsutaan tilannetta, jossa lihasjänneyksikkö ylläpitää tiettyä pituutta aktiivisesti. Tätä lihastyötä käytetään etenkin tilanteissa, joissa halutaan stabiloida nivel tiettyyn asentoon. Isometrisellä lihastyöllä on matalat riskit sekä pienet energian kustannukset. Isometrisellä lihasvoimaharjoittelulla ei saada aikaiseksi suurta voimankasvua. Isometrisesti harjoitellun lihaksen voimantuotto ilmenee erityisesti isometrisesti mitattuna sa-

moilla nivelkulmilla ja vartalon asennoilla, joita harjoittelussa on käytetty. (McArdle ym. 2001 ym.; Abernethy ym. 2004.)

Hyödyntäen yllämainittuja lihastyömalleja, pystytään konsentrisesti tuottamaan liikettä, eksentrisesti kontrolloimaan suoritettavaa liikettä sekä isometrisesti ylläpitämään asentoa sekä parantamaan nivelen asentoa. Tämän lisäksi nivelasentoa pystytään ylläpitämään dynaamisella lihastyöllä, jossa aktiivisesti ylläpidetään nivelen asentoa esim. ulkoisen voiman kohdistuessa raajan distaaliosaan. (Abernethy ym. 2004.)

2.4 Lihasten mukautuminen harjoitteluun

Harjoittelussa on muutamia peruseriaatteita, joiden pohjalta siitä saadaan vaikutuksia. Ensimmäinen on harjoittelun spesifisyys, eli lihasta pitää harjoittaa siten, miten se on käytössä. Lihaksessa tapahtuu mukautumista vain siltä osin kuin sitä kuormitetaan. Toinen peruseriaate on ylikuormitus, optimaalinen kehittyminen tapahtuu vain jos lihasta kuormitetaan tietyn pisteen yli, jotta saadaan lihaksessa rakenteellisia vaikutuksia aikaan. Käytännössä ylikuormitus tapahtuu progressiivisella vastusharjoittelulla siten, että aloitetaan matalalla teholla, jolloin vältetään lihasten kipeytyminen ja aiheeton väsyminen ja sitten ylikuormitetaan lihasta säännöllisesti muistaen kuitenkin pitää riittävästi lepoa. (Cerny & Burton 2001, 153–155.) Jotta saavutetaan tarkoituksenmukainen ylikuormitus, vaatii se, että harjoitusten taajuutta, voimakkuutta ja kestoa muokataan (McArdle ym. 2001, 460).

Lihassoiman kasvu ei tapahdu pelkästään lihaksen koon kasvun kautta vaan siihen vaikuttaa läheisesti myös hermo-lihasjärjestelmän mukautuminen. Lihassoiman kasvu 3-4 viikon harjoittelun jälkeen voidaan sanoa johtuvan ainoastaan hermostollisesta mukautumisesta kun taas lihassyiden hypertrofia, eli lihaksen poikittaispinta-alan kasvu, vaikuttaa myöhempiin muutoksiin. (Cerny & Burton 2001, 155.) Lihashypertrofia alkaa 6-8 viikon harjoittelun jälkeen, mutta ikääntyneillä hypertrofia kapasiteetti voi olla rajoittunut, joten lihassoiman lisääntyminen saattaa johtua enemmän hermostollisesta mukautumisesta (Abernethy ym. 2004).

Hermostollisen mukautumisen seurauksena lihasvoima voi kasvaa kun lihassolujen syttymistaajuus kasvaa ja keskushermoston aktivaatio lisääntyy (McArdle ym. 2001, 530). Ihmisen hermo-lihasjärjestelmässä on sadoista tuhansiin motorisia yksiköitä, joita otetaan käyttöön tehtävän vaatimasta tasosta riippuen. Jos tehtävä vaatii vähän voimaa, on käytössä pieni määrä motorisia yksiköitä, ja mitä enemmän lihasvoimaa tehtävä vaatii, sitä enemmän motorisia yksiköitä otetaan käyttöön. Motoriset yksiköt otetaan käyttöön hitaimmasta nopeimpaan, eli vähän vaativissa tehtävissä on hitaat motoriset yksiköt käytössä ja paljon voimaa vaativissa tehtävissä on nopeimmat motoriset yksiköt käytössä. Liikkumaton ihminen ei pysty käyttämään kaikkia motorisia yksiköitä (nopeimpia) harjoittelun alussa. Harjoittelun alkuvaiheissa (3-4 viikkoa) ihminen oppii ottamaan käyttöön nopeimpia motorisia yksiköitä, jolloin lihasvoima kasvaa hermostollisen mukautumisen kautta. (Cerny & Burton 2001,133.) Lihasvoimaharjoittelu alentaa myös antagonistilihasten aktivoitumista ja kasvattaa synergistilihasten toimintaa suorituksen aikana eli lihasten välinen koordinaatio paranee (McArdle ym. 2001, 530). Ensimmäisten voimaharjoitteluviikkojen aikana tapahtuu myös taidon ja koordinaation kehittymistä, joilla on aikaisia vaikutuksia lihasvoiman kasvuun (Abernethy ym. 2004).

Hermostollinen mukautuminen tapahtuu ennen kuin lihaksen hypertrofia. Lihassolujen poikkipinta-ala kasvaa voimaharjoittelun seurauksena. Lihaksen poikkipinta-alan kasvu johtuu mekaanisen stressin aiheuttamien mikroskooppisten vaurioiden korjaantumisesta. Voimaharjoittelun seurauksena lihassolujen sarkomeerin rakenteisiin tulee vaurioita, jolloin satelliittisolut aktivoituvat ja hormonit vapautuvat lihakseen. Kasvutekijöinä toimivat hormonit lisäävät proteiinisynteesiä. Vaurioiden korjaantumisen seurauksena lihassolujen poikkipinta-ala kasvaa ja koko lihas suurenee. (McArdle ym. 2001, 532; Abernethy ym 2004).

3 EKSENTRINEN LIHASTYÖ

Lihakset työskentelevät eksentrisesti, joko vapauttaessaan energiaa hidastaakseen kehon liikettä tai varastoidessaan elastista energiaa ennen lihaksen supistumista. Kun lihas tuottaa voimaa eksentrisesti, se voi saavuttaa suuremman jännityksen, kun se supistuu isometrisesti tai konsentrisesti. Tämän mahdollistaa sekä varastoidun elastisen energian hyödyntäminen että kohonnut kortikaalinen aktivaatio. (LaStayo ym. 2003.) Tuotettu lihasvoima voi olla lihaksen pidentymisen aikana erittäin suuri, huolimatta sen tarvitsemasta vähäisestä energiasta. Lihakset toimivat kuten iskunvaimentimet ja jouset vastaanottaessaan mekaanista energiaa pidentyessään eksentrisen lihassupistuksen aikana. Ihmistä liikuttavat lihakset työskentelevät iskunvaimentimina esimerkiksi silloin kun laskeudutaan alamäkeä tai kun hidastetaan jotain kehon osaa esimerkiksi kun laskeudutaan seisomasta istumaan. Eksentristä lihastyötä sisältyy lähes kaikkiin päivittäisiin toimintoihin, kuten kävelyyn ja portaissa liikkumiseen, juoksemiseen, esteiden kiertämiseen tai tasapainon takaisin saavuttamiseen. Todellisuudessa normaalin liikkumisen aikana eksentristä ja konsentrista lihastyötä on käytössä lähes yhtä paljon. (LaStayo, Reich, Urquhart, Hoppeler & Linsteadt 1999; LaStayo ym. 2003.) Eksentrisen ja konsentrisen toiminta aiheuttavat erilaisia vasteita lihaksessa, jolloin saadaan aikaan lihaksen erilaista mukautumista (Roig, O'Brien, Kirk, Murray, McKinnon, Shadgan & Reid 2008).

3.1 Eksentrisen lihastyön fysiologia

Eksentrisen lihastyö tuottaa useita erilaisia fysiologisia muutoksia verratessa konsentriseen lihastyöhön. Eksentrisen lihastyö aiheuttaa erilaisia neurologisia toimintamalleja. Eksentrisessä lihastyössä tapahtuu laajempi ja nopeampi kortikaalinen aktivaatio liikettä suoritettaessa ja käänteinen motoristen yksiköiden aktivaatio sekä nopeampi neuraalinen adaptaatio verrattuna vastusharjoitteluun. (Roig ym. 2008.) Suorittaessa maksimitoistoja eksentrisesti voiman heikkeneminen on huomattavasti vähäisempää verrattuna konsentriseen lihastyöhön (Segar, Arvidsson & Thorstensson 1998). Eksentrisessä lihastyössä aineenvaihdunnan tehokkuus nousee ja sydän- ja verisuonivasteet laskevat, jolloin voidaan kuvitella, että energiaa kuluu vähemmän ja voidaan harjoitella kauem-

min. Bigland-Ritchie ja Woods (1978) ovat osoittaneet, että työskenneltäessä eksentrisesti submaksimaalisesti on hapen kulutus $1/6$ - $1/7$ pienempi verrattuna vastaavaan konsentriseen työhön (LaStayo ym. 1999). Kyky kehittää saman verran tai jopa enemmän voimaa, minimaalisilla energiakustannuksilla, voidaan teoreettisesti pitää suurena hyötynä harjoittaessa henkilöitä, joiden harjoituksen sietokyky on heikko ja potilailla, joilla on kroonisia terveysongelmia. Tämä saattaa olla tärkeää erityisesti ikääntyneille tai sydän- ja verisuonipotilaille, joilla on vaikeuksia kehittää lihasvoimaa perinteisin, konsentrisin keinoin. (LaStayo ym. 1999, LaStayo ym. 2003; Roig ym. 2008.)

Lihaksen suurin voima esiintyy silloin kun ulkopuolinen kuorma pidentää lihasta tuottaen eksentrisen lihassupistuksen ja negatiivisen työn. Eksentristä lihastyötä kutsutaan negatiiviseksi työksi, koska työ on kahden vektorin tulo, eli voima ker-
taa siirtymä. Eksentrisessä lihastyössä muutos tapahtuu vastakkaiseen suuntaan voiman kanssa, siksi työ on negatiivista. Koska lihasvoima voidaan maksimoida eksentrisessä lihassupistuksessa, niin lihaksen supistuvien osien ja lihaslujien rakenteissa itsessään tapahtuu vahinkoa, jolloin heikkoutta ja lihaskipuja esiintyy. Yleisesti korkeaenerginen eksentrisen lihassupistus on yhdistetty lihasvaurioiden syntyyn. (LaStayo ym. 2003.) Jo yhden eksentrisen harjoittelukerran jälkeen lihas saattaa vaurioitua ja tulla araksi. Kudokset kuitenkin adaptoituvat harjoitteluun nopeasti lisäämällä sarkomeerien määrää lihaskudoksessa (ja lyhentämällä jokaista sarkomeeriä). Kun lihaskudoksessa on enemmän sarkomeerejä, niin jokainen sarkomeeri venyy vähemmän eksentrisessä supistuksessa, ja näin ollen lihas ei enää vahingoitu (Adams 2004). Koska eksentrisen harjoittelu tuottaa mm. lyhytaikaisia lihasvaurioita sekä kipua, etenkin vanhuksilla, on siksi tällaisia harjoitteita suoritettava suurella varovaisuudella (Roig ym. 2008).

3.2 Eksentrisen lihastyön vaikutukset

Eksentrisestä ergometristä tehtyjä tutkimuksia on suhteellisen vähän löydetty, ja olemassa olleissa oli vähän koehenkilöitä osallistumassa niihin. Yhdessä LaStayo ym. (1999) tekemässään tutkimuksessa oli testattu 9 tervettä 19–34-vuotiasta henkilöä, jotka harjoittelivat 6 viikkoa siten, että puolet harjoitte-

li eksentrisesti ja puolet konsentrisesti ergometrillä pyöräillen. Harjoittelun aikana mitattiin heidän hapenkulutustaan ja eksentrisesti harjoitelleilla se oli lähes sama tai pienempi kuin konsentrisesti harjoitelleilla henkilöillä. Tilastollisesti merkitsevä lihasvoiman kasvu havaittiin vain eksentrisen harjoittelun ryhmällä, heidän alaraajojen isometrinen voima kasvoi 33 prosenttia 6 viikon harjoittelulla. LaStayo, Pierotti, Pifer, Hoppeler & Lindstedt (2000) tekivät tutkimuksen, johon osallistui 14 henkilöä. He harjoittelivat 8 viikkoa samalla periaatteella kuin aikaisemmassa tutkimuksessa. Eksentrisen harjoittelun ryhmällä alaraajojen ojentausten isometrinen lihasvoima kasvoi 36 prosenttia. Tilastollisesti merkitsevästi muuttui myös lihassolun poikkileikkausalue, joka kasvoi 52 prosenttia. Kyseisessä tutkimuksessa sekä eksentrisen että konsentrisen harjoitteluryhmä suoritti harjoitukset samoilla sykearvoilla, jotka olivat 54–65 prosenttia yksilöiden maksimisykkeestä. Molempien tutkimusten tuloksina ainoastaan eksentrisen harjoittelun ryhmä sai tilastollisesti merkitseviä tuloksia aikaan, mikä viittaa siihen suuntaan, että eksentrisellä harjoittelulla saadaan tuloksia aikaan alemmalla hapenkulutustasolla. Koska kyseisten tutkimusten otoskoot ($n=9$, $n=14$) olivat pienet ja koehenkilöt olivat heterogeenisiä, tutkimuksen tulokset ovat ainoastaan suuntaa antavia.

On myös tutkittu, että progressiivinen korkeatehoinen eksentrisen vastusharjoittelu kasvattaa turvallisesti lihasmassaa sekä -voimaa erilaisilla kuntoutujilla, esimerkiksi yksilöillä, joille on tehty polven eturistisideleikkaus (Gerber ym. 2007; Burks, Gerber, Greis, Dibble, LaStayo & Marcus 2009). Eksentristä lihasvoiman harjoittelua on tutkittu jännekipujen hoitomuotona, mutta ei ole täysin selvää, mitkä ovat sen vaikutusmekanismit jännekipuihin. On ehdotettu, että eksentrisen harjoittelu vaikuttaa suoraan jänteen rakenteeseen tai sen toimintaan juuri ennen lihassupistusta. Roos, Engeström, Lagerquist & Söderberg (2003) tutkivat eksentristä harjoittelua akillesjänteen keskiosan tendinopatiassa, ja heidän mukaansa eksentrisen harjoittelu on tehokas hoitomuoto, jonka vaikutukset ovat havaittavissa jo 6 viikon harjoittelun jälkeen ja jotka kestävät jopa vuoden harjoittelun jälkeen. Tutkimuksessa eksentrisen harjoittelun ryhmällä kipu oli vähentynyt 27 prosenttia verrattuna alkutilanteeseen. Bahr, Fossan, Løken & Engebretsen (2006) vertailivat tutkimuksessaan eksentristä harjoittelua ja leikkaushoitoa patellan tendinopatian hoitomuotona. Tutkimuksen tulokset

eivät osoittaneet tilastollisesti merkitseviä eroja hoitomuotojen välillä. Kyseisissä tutkimuksissa ei ollut kuitenkaan käytössä eksentristä ergometriä, vaan tutkittavat tekivät varpailta laskuja sekä eksentrisiä kyykkyjä, jolloin puhdasta eksentristä työtä ei voida taata.

Young, Cook, Burdam, Kiss, & Alfredson (2007) tutkivat eksentrisen ja normaalin askelkyykyn eroja lentopalloilijoilla, joilla on patellajänteen tendinopatiaa. Heidän tutkimuksensa mukaan eksentrisen kyykky toi parempia klinisiä tuloksia pelaajilla, jotka jatkoivat pelaamista kivuista huolimatta, vaikka molemmat tavat toivat tilastollisesti merkitseviä tuloksia. Tämän lisäksi LaStayo ym. (2003) kertoo tutkimuksessaan, että eksentrisen lihastyön hyödyntäminen mm. laskeuduttaessa rappusia alas, vähentää ikääntyneiden kaatumisriskiä ja parantaa toiminnallisuutta verrattuna konsentriseen lihastyöhön.

4 IKÄÄNTYNEIDEN TOIMINTAKYKY

Toimintakyky voidaan määritellä usealla eri tavalla, ja tutkia monista eri lähtökohdista käsin. Useimmiten ikääntyneiden ihmisten toimintakyky on määritelty kykynä selviytyä päivittäisistä toiminnoista ja asua omassa kodissa. Toimintakykyä voi myös tutkia yleisenä toimintakykynä, jossa arvioinnin kohteina ovat toimintakyvyn fyysiset, psyykkiset ja sosiaaliset ulottuvuudet pyrkimättä tulkitsemaan tuloksia normatiivisesti kykynä tai kyvyttömyytenä selviytyä esimerkiksi päivittäisistä toiminnoista. Keskeisenä tavoitteena voidaan tällöin kuvata ikääntymisen myötä tapahtuvia muutoksia ja niiden taustalla olevia tekijöitä, joihin interventio voitaisiin kohdistaa (Heikkinen 2008). Tässä tutkimuksessa ikääntyneiden toimintakykyä tutkittiin erityisesti fyysisten tekijöiden (alaraajojen lihasvoima, tasapaino, liikkumiskyky) sekä koehenkilöiden subjektiivisten tuntemusten (kyselylomake) kautta.

Toimintakyvyn eri ulottuvuuksilla ja etenkin fyysisessä toimintakyvyssä tapahtuu iän myötä heikkenemistä, jonka nopeus ja alkamisikä vaihtelevat merkittävästi sekä eri toimintojen että yksilöiden ja sukupuolten välillä. Monissa fyysisen toimintakyvyn osa-alueissa tapahtuu keskimääräistä heikkenemistä 30 ja 70 ikä-

vuoden välillä noin 30 prosenttia. (Heikkinen 2008.) Etenkin lihasvoimalla on suuri merkitys ikääntyneiden itsenäisen toiminta - ja liikkumiskyvyn kannalta. Ikääntyneet, joilla on hyvä alaraajojen lihasvoima kävelevät reippaammin, selviävät portaista helpommin ja pääsevät tuolista ylös paremmin kuin ne, joiden lihasvoima on heikentynyt. Tämän lisäksi hyvä alaraajojen lihasvoima suojaa kaatumistapaturmilta. Itsenäinen päivittäisistä toiminnoista suoriutuminen lisää ikääntyneiden ihmisten elämänlaatua ja mahdollistaa kotona asumisen mahdollisimman pitkään. 65 ikävuoden jälkeen voiman on todettu heikkenevän 1,5 – 2 prosenttia vuodessa. Nykytietämyksen mukaan lihasten voimantuottoteho (nopea, räjähtävävoima) heikkenee aikaisemmin ja nopeammin kuin maksimaalinen lihasvoima. Voimantuottotehon merkitys on erityisen suuri esimerkiksi istumasta ylösnoustessa sekä porraskävelyssä. (Sipilä 2008.)

Myös kestävyystyyppisellä liikunnalla on positiivisia vaikutuksia ikääntyneiden terveyteen ja toimintakykyyn. Kestävyysliikunta yhdistetään usein merkittävien terveysongelmien ja sairauksien kuten lihavuuden, metabolisen oireyhtymän, korkean verenpaineen, tyypin 2 diabeteksen, sepelvaltimotaudin, aivohalvauksen sekä eräiden syöpämuotojen kuten paksunsuolen syövän alentuneeseen riskiin. Aerobisella kunnolla on merkitystä useita minutteja tehtävässä kuormituksessa, joissa tarvitaan useita lihasryhmiä. Objektiivisesti mitatulla fyysisellä kunnolla, esimerkiksi maksimaalisen hapenkulutuksen arvolla, näyttää olevan voimakkaampi yhteys toimintakykyisyyteen kuin fyysisen aktiivisuuden tasolla. (Kallinen 2008.) Tässä tutkimuksessa eksentrisen alaraajaharjoittelun vaikutuksista ikääntyneiden kestävyyskuntoon (esim. aerobinen kapasiteetti) ei kuitenkaan tutkittu.

4.1 Alaraajojen lihasvoima

Alaraajojen lihasvoimalla on iso rooli päivittäisissä toiminnoissa, kuten kävelys, portaissa liikkumisessa ja kaatumisten ennaltaehkäisyssä (Sakari-Rantala 2003). Yli 75-vuotiaiden inaktiivisten ihmisten yleisimmät syyt, vammoihin liittyvissä kuolemissa, ovat vakavat kaatumiset, mitkä johtuvat lihasten iän tuomasta surkastumisesta ja lihasheikkouksista. Suurin osa kaatumisista tapahtuu erityisesti laskeuduttaessa portaissa. Kaatumiset ovat liitetty suoraan häiriöihin ala-

raajojen lihaksistossa. (LaStayo ym. 2003.) Ikäryhmien väliset erot ovat suurempia alaraajojen kuin yläraajojen lihasvoimassa. Poikkileikkaustutkimuksessa on tutkittu eroja 60–90-vuotiaiden ja nuorten aikuisten lihasvoimissa. Polven ojennusvoima ja nilkan plantaarifleksoreiden voimat olivat 60–90-vuotiailla henkilöillä 55–75 prosenttia nuorten aikuisten vastaavista voimista, kun puristusvoima ja kyynärnivelen koukistusvoima olivat 66–85 prosenttia nuorten voimista. (Sakari-Rantala 2003.)

4.2 Liikkumiskyky

Siirtyminen paikasta toiseen (liikkuminen) edellyttää kykyä liikuttaa kehoa haluttuun suuntaan toiminnan kannalta tarkoituksenmukaisella vauhdilla, hallita kehon tasapainoliikkeessä painovoimaan nähden sekä sopeuttaa eteneminen olosuhteisiin ja ympäristön ominaisuuksiin (Shumway-Cook & Woollacott 1995). Liikkuminen sekä tasapainon ja perusasentojen muutosten hallinta ovat edellytys päivittäisistä toimista selviytymiselle (Smith 1994). Niitä mittaamalla saadaan tietoa liikkumisvaikeuksista ja voidaan selvittää niiden syitä. Lisäksi voidaan arvioida mm. henkilön fysioterapian ja apuvälineiden tarve sekä kuntoutumisen edistymistä.

Vanhuksilla liikkumiskyvyn säilyminen on olennaista itsenäisen kotona selviytymisen ja sosiaalisen kanssakäymisen kannalta. Vanhenemiselle on tyypillistä, että liikkumiskyky heikkenee. Iän lisääntyminen ja inaktiivisuus heikentävät liikkumisen kannalta tärkeitä elintoimintoja. Yli 75-vuotiailla tyypillisiä ongelmia ovat mm. lihasvoiman heikkeneminen, nivelten liikkuvuuden pieneneminen, kipu ja aerobisen kapasiteetin pieneneminen. (Tinetti 1986, Sakari-Rantala 1997.) Ne aiheuttavat koko elimistön kapasiteetin tasolla toiminnallisia rajoituksia, jotka ilmenevät erilaisina liikkumisen ongelmina.

Kuntoutuksella voidaan ehkäistä liikkumiskyvyn heikkenemistä tai parantaa jo heikentynyttä liikkumiskykyä. Seuraamalla liikkumiskyvyn muutoksia voidaan ennakoida sen alenemista ja siitä aiheutuvia ongelmatilanteita sekä järjestää tarvittaessa kuntoutusta. Kuntoutustarpeen ennustaminen ja seuranta vaativat

objektiivisiä mittareita. (Juntunen, Danner, Luoma-Aho, Tikkanen & Vainikainen 1996, Sakari-Rantala 1997.)

4.3 Tasapaino

Tasapaino on monimutkainen usean eri elinjärjestelmän optimaalista toimintaa vaativa taito. Berg, Maki, Williams, Holliday & Wood-Dauphinee työryhmän (1992) mukaan tasapaino sisältää kyvyn ylläpitää erilaisia asentoja, sopeuttaa keho tahdonalaiseen liikkeeseen ja reagoida tarkoituksenmukaisesti ulkoisille tasapainoa horjuttaville ärsykeille. Tasapaino voidaan myös määritellä asennon hallinnaksi painovoimaa vastaan. Asennon hallinta ylläpitää vartalon keskiasentoa tai palauttaa vartalon painopisteen takaisin lähelle tukipinnan keskustaa (Horak 1987).

Erilaiset elinjärjestelmät osallistuvat tasapainon hallintaan sen mukaan millaisesta toiminnasta kulloinkin on kyse. Esimerkiksi pienissä asennon muutoksissa tarvitaan näköaistia, proprioseptiivistä järjestelmää sekä ihon ja ihonalaisen kudoksen mekanoreseptoreiden toimintaa, koska ne ovat herkkiä ja reagoivat nopeimmin asennon muutoksiin. Staattisessa suorituksessa, esimerkiksi paikallaan seistessä, tasapainon säilyttämisestä huolehtii pääasiassa proprioseptinen järjestelmä sekä iho ja ihonalaisen kudoksen mekanoreseptorit. Dynaamisessa suorituksessa, esimerkiksi kävelyssä, visuaalinen ja vestibulaarinen järjestelmä osallistuvat enemmän tasapainon hallintaan kuin staattisessa tilanteessa. Kehon huojunta lisääntyy 65 vuoden iässä ja 85-vuotiailla tasapainon ylläpitojärjestelmä on heikentynyt poikkeustapauksia lukuun ottamatta. (Ahonen 2004.)

Tasapainon ja pystyasennon säätelyn häiriöt voivat johtua monesta syystä. Useat, varsinkin neurologiset sairaudet vaikuttavat tasapainon hallintaan, koska ne saattavat aiheuttaa muutoksia sen säätelyyn vaikuttavissa aistijärjestelmissä. Myös ikääntyminen aiheuttaa sellaisia muutoksia elimistössä ja aistien toiminnassa, joiden seurauksena asennon hallinta heikkenee. Huonontunut näkö, lisääntynyt lääkkeiden käyttö sekä muutokset kehon lihaksistossa, nivelissä ja

jänteissä voivat aiheuttaa tasapainon heikkenemistä ikääntyessä. (Abernethy ym. 2004.)

5 IKÄÄNTYNEIDEN LIIKUNTA

Liikunnan merkityksestä ikääntyneiden ihmisten terveyden ja hyvinvoinnin kannalta ollaan nykyisin vakuuttuneita. Liikuntaa ja sen vaikutuksia ikääntyessä on tutkittu paljon, mutta toisaalta on vielä paljon asioita, jotka vaativat lisätutkimuksia. Tiedetään, että liikuntaharjoittelu vaikuttaa positiivisella tavalla moniin toimintakyvyn osa-alueisiin, mutta siitä ei ole varmuutta, minkälaisilla harjoitteilla ja ohjelmilla päästään parhaisiin tuloksiin. On mahdollista, että parhaimmat tulokset saataisiin yksilöllisesti suunnitelluilla, monista eri komponenteista koostuvilla harjoitusohjelmilla. Ikääntymiseen liittyy monenlaisia muutoksia elimistön toiminnassa. Toistaiseksi muutoksia on selvitetty lähinnä poikkileikkaustutkimusten avulla, jolloin tuloksiin vaikuttavat monenlaiset historiaan ja elämäntilanteisiin liittyvät asiat. (Sakari-Rantala 2003.) Fyysisesti aktiivisilla ikääntyneillä on tutkittu olevan merkitsevästi parempi ylä- ja alavartalon voimantuotto, aerobinen kestävyys ja dynaaminen tasapaino (Purath, Buchholz & Kark 2009).

5.1 Lihastoiminta ikääntyessä

Ikääntyneiden lihastoiminnassa on havaittu useita eroja nuoriin verrattuna. On havaittu, että vanhemmissa ikäryhmissä lihaksen supistusominaisuudet, kuten maksimaalinen voima (suurin voima, jonka lihas pystyy tuottamaan yhdellä supistuksella), voimantuottonopeus, kyky pitää yllä supistusta sekä supistuksen jälkeinen rentoutumisnopeus ovat heikentyneet. (Spiriduso 1995.) Ikäryhmien väliset erot ovat suurempia alaraajojen kuin yläraajojen lihasvoimassa. Lihaskestävyys (lihaksen kyky supistua yhtäjaksoisesti tai toistuvasti submaksimaalisella tasolla) säilyy iäkkäänä huomattavasti paremmin kuin maksimivoima. Dynaamisesti tuotetussa voimassa erot vanhojen ja nuorten ikäryhmien välillä ovat suuremmat kuin isometrisesti tuotetussa voimassa, samoin kuin konsentrisessa voimassa verrattuna eksentriseen. (Sakari-Rantala 2003.) Ikääntyessä lihassyiden pinta-ala pienenee, ATP-taso vähenee, huippuvoimaan saavuttamiseen tarvittava aika vähenee ja relaksaatiopuoliaika pitenee. Tämän lisäksi neuraali-

nen koordinaatio heikkenee ja degeneratiivinen denervaatio nopeutuu vähentäen lihasten toimintakykyä. Myös yksittäistä lihassyötä ruokkivien kapillaarien määrä vähenee. (Heikkinen 2005.)

5.2 Ikääntyneiden voimaharjoittelu

Eri tutkimuksista selviää, että lihasvoiman ja -massan vähentyessä aiheutuu vakavia terveyshaittoja ikääntyneillä. Ikääntyneiden voimaharjoittelua pidetään tehokkaana harjoitusmuotona lihastoimintojen menetystä ja lihasten rakenteellista heikkenemistä vastaan. Tämä johtuu parannuksista toiminnallisissa taidoissa sekä terveydentilassa. (Hurley & Roth 2000.)

Tutkimukset kertovat että voimaharjoittelu ikääntyneillä: (I) on tehokas harjoitusmuoto luurankolihasmassan vähenemistä ja voiman rappeutumista vastaan, koska se kehittää lihasvoimaa, -massaa, -tehoa sekä – laatua luurankolihasissa, (II) lisää kestävyyttä, (III) palauttaa verenpainetta normaalille tasolle, korkeasta verenpaineesta kärsivillä, (IV) alentaa insuliinin vastustusta, (V) vähentää sekä kokonais että viskeraalista rasvaa, (VI) nostaa lepopaineenvaihdunnan tasoa vanhemmilla miehillä, (VII) ehkäisee luun tiheyden vähenemistä ikääntyessä, (VIII) vähentää kaatumisen riskitekijöitä sekä (IX) saattaa vähentää kipua ja parantaa toimintoja polven nivelrikkopotilailla. Voimaharjoittelu ei paranna maksimaalista hapenottokykyä yli normaalien viitearvojen, laske kehon rasva-arvoja tai paranna venyvyyttä vanhuksilla. (Hurley & Roth. 2000.)

5.3 Lihasvoiman menetys sekä voimaharjoittelu

Ikääntyneiden lihasvoimaharjoittelussa tulisi keskittyä toimintakyvyn heikkenemisen sekä sairauksien edistymisen ehkäisyyn. Tämän lisäksi ikääntyneillä on tärkeää keskittyä aerobisen harjoittelun sijasta lihasvoimaharjoitteluun. Tämä siksi, että lihasvoiman menetys saattaa olla enemmän rajoituksia aiheuttavaa päivittäisissä toimissa kuin aerobisten toimintojen heikkenemisellä vanhemmilla ihmisillä. Sillä lihasvoiman heikkeneminen on osittain syyllinen moniin toiminnallisiin rajoituksiin ikääntyneillä. (Hurley & Roth. 2000.)

Lyhytaikaisella lihasvoimaharjoittelulla saadut vaikutteet lihasvoiman kasvuun selittyvät suurelta osalta lisääntyneenä motoristen yksiköiden aktivointitaajuudella sekä kasvaneella nopeudella rekrytoida motorisia yksiköitä käyttöön. Nämä parannukset selittävät ikääntyneiden parantuneen kyvyn ylläpitää submaksimaalista lihassupistusta lihasvoimaharjoittelussa. Lihasvoimaharjoittelu voi stimuloida lihassyiden kasvua kaikissa lihassolutyypeissä sekä lihassyymuutoksia ikääntyneillä ihmisillä. Ikääntyneiden lihakset voivat adaptoitua lihasvoimaharjoittelun stimulaatioihin siten, että ikääntymisestä johtuva lihassoluatrofia voidaan joillain yksilöillä kääntää jopa kokonaisuudessaan päinvastaiseksi. Riippumatta mikä mekanismi aiheuttaa harjoittelusta johtuvan lihasvoiman kasvun ikääntyneillä, on selvää, että kun ikääntynyt ylläpitää lihaksiston aktiivisuutta, vanhenemisen mukanaan tuoma lihasvoiman menetys vähenee huomattavasti. (Hurley & Roth. 2000.)

5.4 Harjoituskapasiteetti ikääntyessä

Aerobinen ja anaerobinen harjoituskapasiteetti vähenee ikääntymisen myötä. Harjoituskapasiteetin vähenemiseen johtaa monet fysiologiset muutokset kehossa, mutta jatkuva harjoittelu voi hidastaa kapasiteetin vähentymistä. V_{O2}max:lla mitattu aerobinen kapasiteetti vähenee 30 ikävuoden jälkeen 0,5-1 prosenttia vuodessa. Mutta se voi vaihdella kohderyhmästä riippuen. Aerobisen kapasiteetin väheneminen voi olla 40 ja 50 ikävuoden välillä jopa 10 prosenttia. Ikääntyneillä ihmisillä kapasiteetin väheneminen kiihtyy 75 ikävuoden jälkeen. (Cerny & Burton 2001.)

Anaerobisesta kapasiteetista on vähemmän tutkimustietoa, koska sen testaaminen ei ole kovinkaan turvallista ikääntyneillä. Anaerobinen kapasiteetti on huipussaan noin 20 ikävuoden kohdilla, mutta voi säilyä korkea intensiivisen harjoittelun ansiosta 30 ja 40 vuoden tienoille. Ikääntyneillä anaerobinen kapasiteetti vähenee noin 6 % vuosikymmenessä. (Cerny & Burton 2001.)

Harjoittamattomilla ihmisillä maksimaalinen lihasvoima saavutetaan 20 ikävuoden kohdalla ja sitä voidaan säännöllisellä voimaharjoittelulla ylläpitää 30–40 ikävuoteen asti. Liikkumattomilla ikääntyvillä lihasvoima vähenee 2-4 prosenttia

vuodessa. Puhdas lihasmassa vähenee vähitellen 30 ja 50 ikävuoden välissä ja sen jälkeen se kiihtyy. Tyypillisesti ihminen menettää 20 ja 80 ikävuoden välillä 40 prosenttia lihastensa koosta. Anaerobisen kapasiteetin ja lihasmassan pieneneminen johtuu lihassolujen, erityisesti isojen ja vahvimpien tyyppi 2 lihassolujen pienenemisestä, tyyppi 2 lihassolujen motoristen yksiköiden vähenemisestä ja muutoksista koordinaatioissa. (Cerny & Burton 2001.)

6 TUTKIMUSONGELMAT

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on tutkia 10 viikkoa kestävän, laitteella tapahtuvan eksentrisen alaraajojen lihasvoimaharjoittelun vaikutuksia ikääntyneiden lihasvoimaan ja toimintakykyyn verrattuna perinteiseen kuntosaliharjoitteluun. Tutkimuksessa on tarkoitus selvittää, miten kyseinen harjoitusmuoto soveltuu ikääntyneille ja onko mahdolliset hyötyvaikutukset siirrettävissä ikääntyneiden jokapäiväiseen liikkumiseen.

1. Miten 10 viikon eksentrisen ja konsentrisen alaraajojen lihasvoimaharjoittelu vaikuttaa ikääntyneiden liikkumiskykyyn ja tasapainoon?
2. Miten 10 viikon eksentrisen ja konsentrisen alaraajojen lihasvoimaharjoittelu vaikuttaa ikääntyneiden maksimaaliseen isometriseen voimantuotoon?
3. Miten 10 viikon eksentrisen ja konsentrisen alaraajojen lihasvoimaharjoittelu vaikuttaa subjektiiviseen kokemukseen liikkumis- ja toimintakyvystä?
4. Miten eksentrisen alaraajojen lihasvoimaharjoittelun vaikutukset eroavat verrattuna perinteiseen kuntosaliharjoitteluun?

Taulukko 1. Tiedonkeruu menetelmät

| Tutkimusongelmat | OV | TR | GB | KL | IB | HPK |
|------------------|----|----|----|----|----|-----|
| 1 | | xx | xx | | | x |
| 2 | xx | | | | | x |
| 3 | | | | xx | | |
| 4 | xx | xx | xx | xx | xx | x |

xx = ensisijainen mittausmenetelmä

x = toissijainen mittausmenetelmä

OV = Ojennusvoima

TR = Testirata

GB = GoodBalance

KL = Kyselylomake

IB = InBody

HPK = Harjoituspäiväkirja

Tutkimuksen ongelmien tiedonkeruu menetelmät selvitetään taulukossa 1. Tässä selviää myös ensisijaiset ja toissijaiset mittausmenetelmät jokaiseen tutkimusongelmaan.

7 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

Opinnäytetyötä aloitettiin suunnittelemaan keväällä 2009, ja tutkimussuunnitelma valmistui syksyllä 2009, jonka jälkeen saatiin tutkimuslupa (Liite 1). Lappeenrannan liikuntatoimen ikääntyneiden kuntosaliryhmät aloittavat yhteiset kuntosalikäynnit syyskuussa 2009. Kuntosaliryhmäläisiin otettiin yhteyttä heti ensimmäisillä kuntosalikerroilla, jolloin heille esitettiin opinnäytetyösuunnitelman pääpiirteet ja kerrottiin heidän mahdollisuudesta osallistua opinnäytetyöhön. Alustava ilmoittautuminen tapahtui saatekirjeellä (Liite 2). Varsinaiset infotilaisuudet järjestettiin kaikille alustavasti ilmoittautuneille Saimaan ammattikorkeakoulun tiloissa 7.12.2009 ja 15.12.2009. Infotilaisuuksissa esiteltiin tutkimuksen tarkoitus sekä tutkimukseen osallistuvien sisäänotto- ja poissulkukriteerit. Infotilaisuuden jälkeen tutkimukseen halukkaat henkilöt täyttivät terveystieteiden kyselylomakkeen (Liite 3), jonka perusteella tehtiin osallistujien sisäänotto ja poissulku. Kaikkia kriteerit täyttäneitä henkilöitä pyydettiin allekirjoittamaan vapaaehtoinen suostumus tutkimukseen (Liite 4). Kun kaikki osallistujat olivat selvillä, niin heihin otettiin yhteyttä puhelimitse ja sovittiin alkumittausajankohdat. Ajankohtien

selvittyä alkumittaukset suoritettiin Saimaan ammattikorkeakoulun tiloissa tammiukuussa 2010 viikolla 2. Kaikille osallistujille lähetettiin kirjallinen ohjeistus (Liite 5) alkumittauksia varten. Eksentrisen ryhmän ja kuntosaliryhmän harjoittelu alkoi viikolla 3 ja viimeiset harjoittelukerrat olivat viikolla 13, jonka jälkeen loppumittaukset suoritettiin viikolla 14.

7.1 Tutkimushenkilöt

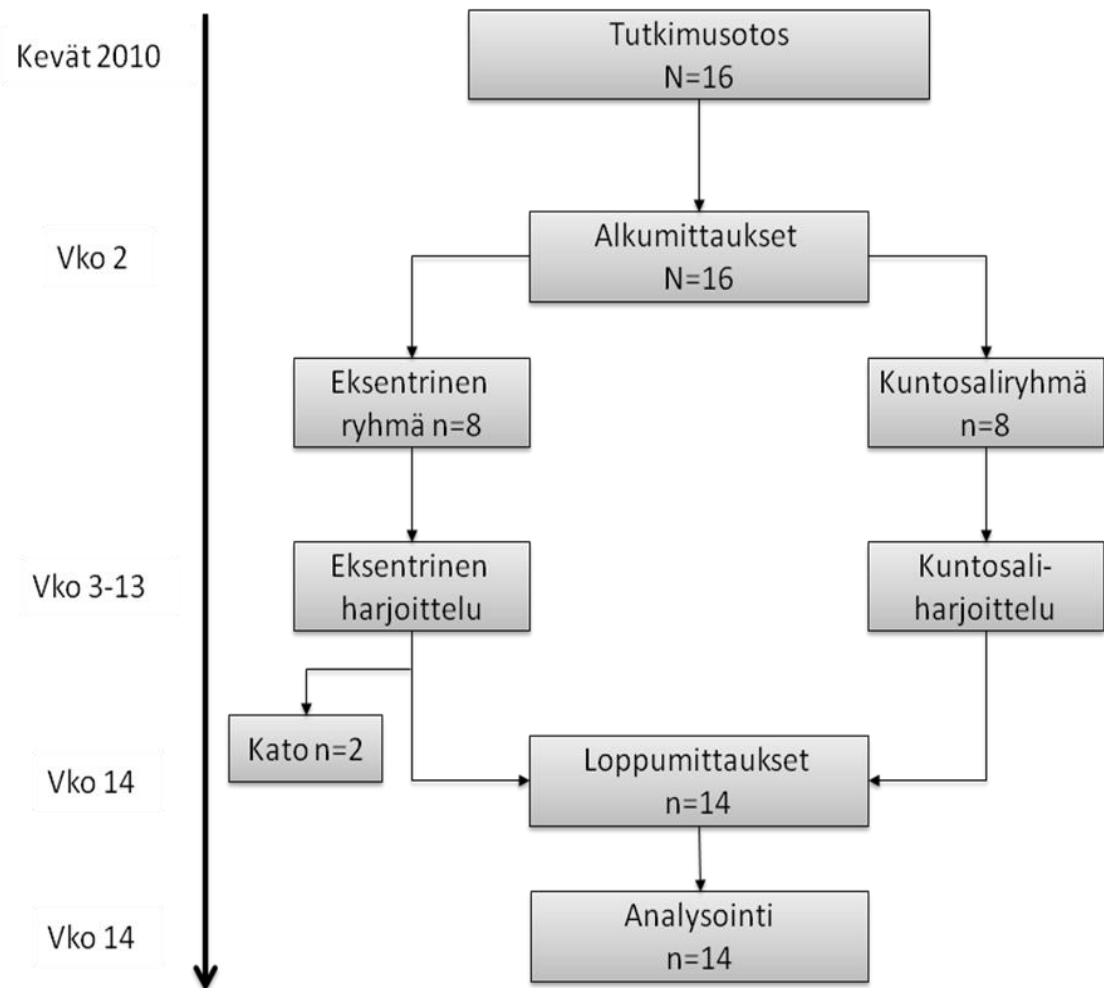
Sisäänottokriteerinä oli yli 60 vuoden ikä. Henkilöillä ei saanut olla sydän – ja verisuonitauteja, selvittämättömiä rintakipuja, tuoreita infarkteja eikä harjoittelua haittaavia tuki – ja liikuntaelinongelmia esim. akuutteja nivelkipuja tai tekoniveloperaatioita. Tämän lisäksi henkilöiltä vaadittiin Eccentric Trainer -laitteen vaatimaa 120 asteen polvinivelen liikkuvuus.

Yhteensä tutkimukseen osallistui 16 henkilöä, joista koe- ja kontrolliryhmään arvottiin ositetulla otannalla 8 henkilöä, siten että miehet ja naiset arvottiin erikseen. Koeryhmän osallistujista 2 jäi tutkimuksen aikana pois terveydellisistä syistä, jolloin koeryhmän lopullinen määrä oli 6 henkilöä. Eksentrisen ryhmän muodostivat 3 naista ja 3 miestä. Eksentrisen ryhmän keski-ikä oli 64,8 vuotta (keskihajonta 1,7 vuotta), pituus 168,8 cm (keskihajonta 8,1 cm), paino 82,2 kg (keskihajonta 11,4 kg) ja lihasmassa 30,7 kg (keskihajonta 6,5 kg). Kuntosaliryhmän muodostivat 6 naista ja 2 miestä. Kuntosaliryhmän keski-ikä oli 67,3 vuotta (keskihajonta 6,4 vuotta), pituus 166,2 cm (keskihajonta 11,1 cm), paino 70,8 kg (keskihajonta 27,6 kg) ja lihasmassa 27,6 kg (keskihajonta 8,3 kg).

7.2 Tutkimusasetelma

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää laitteella tapahtuvan eksentrisen alaraajojen lihasvoima harjoittelun vaikutusta ikääntyneiden lihasvoimaan ja toimintakykyyn sekä subjektiivisiin kokemuksiin omasta fyysisestä toimintakyvystä verrattuna perinteiseen kuntosaliharjoitteluun. Tutkimus oli kvantitatiivinen, luonteeltaan kokeellinen ja otantaperusteeltaan satunnaistutkimus. Tutkimus suoritettiin kontrolloituna ja satunnaistettuna pitkittäistutkimuksena, jossa havaintojen ajoitus on tosiaikainen. Koehenkilöt arvottiin sekä eksentriseen ja kuntosaliryh-

mään, sen jälkeen kun koko otos oli suorittanut alkumittaukset. Arvonta suoritetaan ositetulla otannalla siten, että molempiin ryhmiin arvottiin miehet ja naiset erikseen. Koehenkilöt jaettiin nimien perusteella arpomalla vuorotellen eksentriseen ja konsentriseen ryhmään. Mittauskertojen lukumäärä oli kaksi (ennen - jälkeen).



Kuvio 1. Tutkimusasetelma

Tutkimuksen kokonaisaika oli 14 viikkoa. Tämän lisäksi tutkimukseen kuului tutkimussuunnitelman teko, tulosten analysointi sekä raportin kirjoittaminen.

7.3 Interventio

Interventiojakso (10 viikkoa) toteutettiin Saimaan Ammattikorkeakoulussa, Opimiskeskus Motiivin tiloissa. Molemmat ryhmät harjoittelivat kaksi kertaa viikossa opiskelijoiden ohjauksessa. Koehenkilöiden osallistuminen harjoittelukertoihin merkittiin ylös molemmissa ryhmissä. Jotta koehenkilöiden tulokset voitiin sisällyttää aineiston tilastolliseen analyysiin, tuli henkilön osallistumisprosentti olla yli 80 %.

7.3.1 Eksentrisen ryhmä

Käytössä oli Metitur Oy:n Eccentric Trainer (Kuva 2), jolla harjoittelu perustuu matalatehoiseen eksentriseen harjoitteluun. Laite on suunniteltu parantamaan alaraajojen suorituskykyä tehokkaalla ja helpolla tavalla. Laitteen sähkömoottori pyörittää polkimia vastapäivään ja harjoittelijan tarkoituksena on jarruttaa liikettä. Laitteessa voidaan säätää istumaetäisyyttä harjoittelijan koon mukaan, ja istuin on tärkeää säätää siten, että polvet eivät missään vaiheessa ojennu suoriksi. Tämä varmistetaan yksilöllisesti jokaisen koehenkilön mukaan, laitteen säätöjä hyväksikäyttäen. (Metitur 2009.)



Kuva 2. Eccentric Trainer Metitur Oy

Harjoittelu laitteella perustuu valmiisiin harjoitusmalleihin, joita pystytään tarvittaessa yksilöimään koehenkilöitä varten. Harjoitusmallit ovat joko 5, 10 tai 15 minuutin mittaisia, ja harjoitusmalli voidaan valita valmiista ohjelmista (pyramidi, intervalli, jatkuva, muokattu). Kuormitustasoja on 5, ja taso voidaan valita erittäin kevyen ja erittäin raskaan välillä. (Metitur 2009.)

Harjoittelu toteutettiin Saimaan ammattikorkeakoulun tiloissa. Eksentrisen ryhmä harjoitteli progressiivisesti nousevan harjoitusohjelman mukaan (taulukko 2) eksentrisellä ergometrillä. Eksentriselle ryhmälle pidetty interventio sisälsi 5 minuutin alkuverryttelyn, sen jälkeen harjoittelun eksentrisellä ergometrillä ja 5 minuutin loppuverryttelyn. Harjoittelu-aika eksentrisellä ergometrillä oli ensimmäiset 2 viikkoa 5 minuuttia kerrallaan, josta se kasvoi 15 minuuttiin kerrallaan. Harjoittelun kokonaisaika oli n. 15–30 minuuttia koko 10 viikon ajalta. Molempien ryhmien harjoitteluohjelmassa 2 ensimmäistä viikkoa olivat totuttelujaksoa, johon sisältyivät laitteiden käytön opettelua ja tutkimushenkilöiden elimistön valmistamista voimaharjoitteluun. Tämän jälkeen alkoi 8 viikon mittainen varsinainen harjoittelujakso, joka eteni progressiivisesti sekä eksentrisen harjoittelun että kuntosaliharjoittelun osalta. Eksentrisen ryhmällä harjoittelun aikaa nostettiin 5 minuutista 15 minuuttiin ja vastustasoa nostettiin erittäin kevyestä tasaisesti raskaaseen ja alun 2 viikon tasaisesta vastustamisesta siirryttiin intervallityyppiseen harjoitteluun.

Ensimmäisen kahden viikon aikana koehenkilöt tutustuivat laitteeseen ja harjoittelivat sen käyttöä, jolloin koehenkilöitä totutettiin eksentriseen harjoitteluun ja väärät suoritustavat karsittiin pois. Alussa vastus oli pieni, jotta lihakset eivät kipeytyisi liikaa. Viikolla 3 kuormitusta nostettiin progressiivisesti, koehenkilön tuntemusten mukaan, aina viikkoon 10 asti. Tämän tapainen harjoitus- ja kuormitusmalli on todettu olevan käyttäjäystävällinen tehdessä etenkin eksentristä lihastyötä, jolloin pystytään koehenkilön tuntemusten mukaan etenemään harjoittelussa (Gerber ym. 2007).

Taulukko 2. Eksentrisen harjoitusohjelma

| Viikko | Harjoitusmalli | Kesto (min) | Kuormitustaso |
|---------------|-----------------------|--------------------|----------------------|
| 1-2 | Jatkuva | 5 | Erittäin kevyt |
| 3-4 | Pyramidi | 10 | Kohtalainen |
| 5-6 | Pyramidi | 10 | Raskas |
| 7-8 | Pyramidi | 15 | Raskas |
| 9-10 | Pyramidi | 15 | Raskas |

Ennalta suunniteltuun eksentriseen harjoitusohjelmaan tuli muutamia muutoksia osallistujien sen hetkisen kunnon ja tilanteen mukaan. Tarvittaessa vastusta laskettiin, jotta jokainen osallistuja pystyi suorittamaan tarvittavan määrän harjoittelua. Mikäli laitteeseen ennalta määriteltä harjoitusvastus oli liian kevyt, vastusta nostettiin tehokkaan harjoittelun aikaan saamiseksi.

Suoritettaessa eksentristä harjoittelua koehenkilöiltä seurataan sykkeen vaihtelua sykevyön avulla. Näin pystytään kontrolloimaan sykkeen tasoja siten, että liikunta olisi matala tehoista (alle 150 iskua/minuutti), ja näin sopivaa ikääntyneille. Tämän lisäksi seurataan subjektiivisia kokemuksia harjoittelun aikana, Borgin asteikolla 6-20, joka korreloi hyvin sydämen syketiheyden ja kasvavan kuorman välillä (Keskinen, Häkkinen & Kallinen 2007). Siten pystytään vertaamaan harjoitteen koetun rasittavuuden yhteyttä sykkeen vaihteluun. Harjoitteen loputtua Eccentric Trainer -kuntolaite kysyy harjoitteen rasitustasoa, jolloin koehenkilön subjektiiviset kokemukset saadaan kerätty ja kehitystä seurattua.

Eksentriseen lihastyöhön yhdistetään usein lihasvauriot sekä -kipu. Tutkimukset kuitenkin osoittavat, että maltillinen kuormitustason nosto mahdollistaa lihasten sopeutumisen eksentriseen lihastyöhön, jolloin vältetään lihasvaurioilta ja -kivulta. Tämän lisäksi eksentrisen kuormitustapa näyttää suojaavan lihasta jatkossakin edellä mainituilta haitoilta (ns. repeated-bound effect). Tämä vaikutus saadaan jo matalilla kuormitustasoilla, ja siten se palvelee erityisesti ikääntyneiden harjoittelumuotona. Jotta harjoittelun alussa minimoitaisiin lihassäryt, koehenkilöt suorittavat ennen eksentristä harjoittelua, ja sen jälkeen viiden minuutin lämmittelyn kuntopyörää polkien. (Metitur 2009.)

7.2.2 Kuntosaliryhmä

Kuntosaliryhmän harjoittelu tapahtui eksentrisen ryhmän tavoin 2 kertaa viikossa. Yhden harjoittelukerran kesto oli n. 45 minuuttia. Interventiojakso kesti 10 viikkoa ja siihen sisältyi 3 vaihetta (totuttelu-, harjaantumis- ja kehitysvaihe). Kuntosaliryhmän harjoitteluohjelma (Liite 9) oli suunniteltu Ahvon ym. (2001) ja ikääntyneiden harjoittelusuosisuosituksen mukaan. Suositusten mukaan vastus harjoittelun tulisi alkaa pienellä intensiteetillä ja vastusta tulisi nostaa progressiivisesti. Aikaisemmissa tutkimuksissa tilastollisesti merkitsevää kasvua lihasvoimassa on tapahtunut, kun on harjoiteltu 2-3 kertaa viikossa. On tutkittu, että 8-15 toiston sarjat ja 60–80 % kuorma kasvattaa ikääntyneillä lihasmassaa – sekä voimaa (Mazzeo & Tanaka 2001.) Tutkimuksessamme kehitysvaiheessa ryhmäläiset harjoittelivat 4-6 toistolla kuorman ollessa 70–90 %. Suuremmalla kuormalla on tärkeää, että liikkeet tehdään rauhallisesti ja oikeaoppisesti (konsentrinen ja eksentrisen vaihe), jotta turhilta lihasvammoilta välttyttäisiin. Kuntosaliliikkeinä olivat polven ojennus ja koukistus, askelkyykky sekä pohjeliike, jotka ovat valittu koska samat alaraajojen lihakset kuormittuvat myös eksentrisellä ergometrillä harjoiteltaessa. Pääsuorittajina toimivat lihakset olivat reiden etuosan lihakset (m. quadriceps femoris), reiden takaosan lihakset (m. biceps femoris, m. semimembranosus, m. semitendinosus), pakaralihakset (m. gluteus maximus) ja pohjelihakset (m. gastrocnemius, m. soleus).

Kuntosaliharjoittelussa toistojen määrät olivat 4-15 ja sarjoja tehtiin 3. Painoja lisättiin progressiivisesti ja toistoja vähennettiin. Totuttelujaksolla tehtiin jokaista liikettä 3 sarjaa ja 12–15 toistoa. Totuttelujakson jälkeen siirryttiin harjaantumisvaiheeseen, joka kesti 4 viikkoa, jolloin kuormaa nostettiin ja toistoja laskettiin. Harjaantumisvaiheessa sarjojen määrä pysyi samana, mutta toistot vähentyivät 8-12. Harjaantumisvaiheen jälkeen siirryttiin kehitysvaiheeseen, joka kesti viimeiset 4 viikkoa. Kehitysvaiheessa kuormittavuudessa keskityttiin maksimi-voiman kehittämiseen, jolloin toistojen määrä laski 4-6 ja vastus kasvoi. Kuntosaliryhmäläisten maksimisuoritus- taso ei testattu, josta olisi voinut laskea kuormitustasot. Harjoittelussa käytettiin heidän henkilökohtaista tuntemusta vastuksesta siten, että vaaditut toistot täyttyivät.

7.4 Mittausmenetelmät

Koehenkilöiltä mitattiin alku- ja loppumittaukset ennen ja jälkeen interventiojaksoa. Alaraajojen maksimaalisen ojennusvoiman mittaamiseen käytettiin isometristä dynamometriä (NewTest Leg Force). Liikkumiskyky-testissä rataa kulu- neen ajan mittaamiseen käytettiin valoporttijärjestelmää (New Test Powertimer), dynaamisen ja staattisen tasapainon mittaamiseen käytettiin Metitur Oy:n GoodBalance-laitetta ja kehon koostumuksen mittaamiseen käytettiin BioSpace-yhtiön InBody 720 -laitetta. Subjekttiivisten tuntemusten mittaamiseen käytettiin fyysisen toimintakyvyn kyselylomaketta. Mittaustulokset kirjattiin alku- ja loppumittauksissa erillisille mittauslomakkeelle (liite 6) Kaikki mittaussuoritukset tapahtuivat sekä alku- että loppumittauksissa siten, että sama mittaaja mittasi samaa ominaisuutta.

7.4.1 Kehon koostumus

Kehon koostumus mitattiin Inbody 720 – laitteella (kuva 3), joka käyttää mittauksessa hyödykseen useita eritaajuisia sähkövirtoja. Mittaustilanteessa mitattavalla täytyi olla paljaat jalat sekä kevyt sisäliikuntavarustus (t-paita, verryttelyhousut/shortsit). Varustuksen täytyi olla sama molemmilla mittauskerroilla. Testattava nousi paljain jaloin seisomaan laitteen anturoiden päälle, ja ottaa kiinni kahvoista niin, että peukalo tulee pienemmälle anturille ja kämmenosa suuremmalle anturille. InBody-mittaus perustuu sähkövirran kulkuun elimistössä, joten laitteen anturoiden päälle laitetaan elektrolyyttipyyhkeet, jotta sähkön johtavuus paranee.

Laite mittaa tutkittavan painon, minkä jälkeen laitteeseen syötetään nimi, ikä, pituus ja sukupuoli. Testiohjeeksi sanottiin: *Nouskaa seisomaan alustan päälle kantapää pyöreälle ja jalkaterä suuremmalle anturille. Seisokaa liikkumatta, laite mittaa ensin painonne. Ottakaa kahvoista kiinni siten, että peukalo tulee pienemmälle anturille ja muut sormet suuremmalle anturille, pitäkää kahvoista kiinni kevyesti puristaen. Pitäkää yläraajat vartalon sivulla hieman irti kyljistä, säilyttäkää tämä asento koko mittauksen ajan. Mittaus kestää noin minuutin, ja voitte nousta pois laitteesta, kun annan siihen luvan.* Tutkittavilta otettiin yksi mittaus,

jonka tuloksista kirjattiin ylös painon, lihasmassan ja vasemman sekä oikean jalan lihasmassan määrät kilogrammoina.



Kuva 3. Kehonkoostumusmittaus InBody-laitteella

Kuvassa 3 esitetään InBody 720 – laite sekä mittauksen oikea suoritustapa.

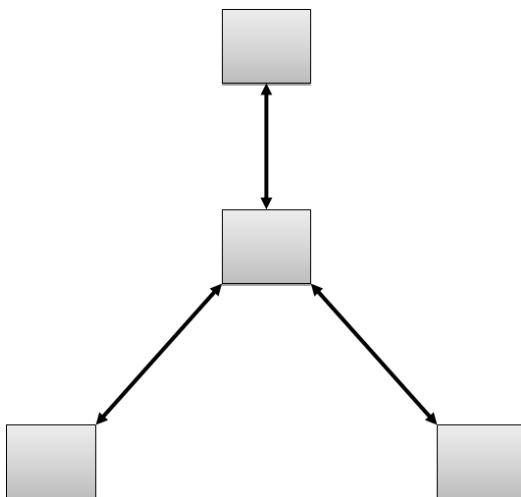
7.4.2 Tasapaino

Staattisen ja dynaamisen tasapainon mittaamiseen käytettiin Metitur Oy:n GoodBalance-laitetta. Staattisen tasapainon mittauksissa käytettiin kolmea eri testiä: Ensimmäinen testi oli kahden jalan seisoma-asento silmät auki, toinen testi oli kahden jalan seisoma-asento silmät kiinni ja kolmas testi oli yhdenjalan seisoma-asento. Tutkittavat henkilöt suorittivat mittaukset paljain jaloin tai sukat jalassa. Tutkittavia ohjeistettiin nousemaan mittausalustalle luonnolliseen seisoma-asentoon.

Ensimmäisen testin (kahdenjalan seisoma-asento silmät auki) suoritushjeeaksi sanottiin: *Kohdistakaa katse seinään yhteen pisteeseen ja katsokaa pistettä koko mittauksen ajan. Laittakaa kädet lantiolle ja pitäkää ne siinä koko mittauksen ajan. Seisokaa mahdollisimman liikkumatta koko 30 sekuntia kestävä mittausten ajan. Mittaus alkaa kun sanon "Valmiina – NYT!" ja päättyy kun sanon*

"STOP!" Toisen testin (kahdenjalan seisoma-asento silmät kiinni) suoritusohjeeksi sanottiin: Laittakaa kädet lantiolle ja pitäkää ne siinä koko mittauksen ajan. Laittakaa silmät kiinni kun sanon "silmät kiinni" Seisokaa mahdollisimman liikkumatta koko 30 sekuntia kestävän mittauksen ajan. Mittaus alkaa kun sanon "Valmiina – NYT!" ja päättyy kun sanon "STOP!", jolloin voitte avata silmät. Kolmannen testin (Yhdenjalan seisoma-asento) suoritusohjeeksi sanottiin: Nouskaa seisomaan alustalle ja laittakaa toinen jalka keskiviivan päälle. Laittakaa kädet lantiolle ja nostakaa toinen jalka koukkuun siten, ettei ilmassa oleva jalka kosketa tukijalkaan eikä lattiaan testin aikana. Seisokaa mahdollisimman liikkumatta koko 20 sekuntia kestävän mittauksen ajan. Mittaus alkaa kun sanon "Valmiina - NYT!" ja päättyy kun sanon "STOP!".

Dynaamisen tasapainon testissä oli käytössä GoodBalance-laitteen rata, jossa tutkittavan on tarkoitus siirtää painopistettä keskeltä vuorotellen ylös ja alaviistoon molemmille sivuille (kuva 4). Mittausalusta oli siten että tutkittava henkilö näki tietokone näytön suoraan edessään, missä kuljettava rata oli. Suoritusohjeeksi sanottiin: *Nouskaa seisomaan alustan keskikohtaan siten, että keskimäinen ympyrä jää jalkaterien väliin. Seisokaa ensin aivan paikoillanne. Liikuttakaa painopistettänne kuvaruudun osoittamien laatikoiden mukaan mahdollisimman nopeasti ja lyhyintä reittiä pitkin.*



Kuva 4. Dynaamisen tasapainon testauksessa käytetty rata

Dynaamisen tasapainon testissä tutkittavan on tarkoitus liikuttaa kuvaruudulla näkyvää osoitinta sen laatikon kohdalle minkä ohjelma osoittaa rastilla.

GoodBalance-laite (kuva 5) mittaa kolmion muotoiseen seisoma-alustaan kohdistuvia pystysuuntaisia voimia, mitkä se rekisteröi tietokoneohjelmaan. Mitattavat parametrit olivat eteen ja taakse suuntainen ja sivuttaissuuntainen huojunta millimetreinä. Dynaamisen tasapainon testissä tarkasteltiin testiin kulunutta kokonaisaikaa sekunteina ja rataan käytettyä kokonaismatkaa millimetreinä. Staattisen tasapainon mittaukset tehtiin kerran ja dynaaminen mittaus kaksi kertaa, joista ensimmäinen oli kokeilukerta ja toinen varsinainen suoritus kerta.



Kuva 5. Tasapainon mittaus GoodBalance-laitteella

Kuvassa 4 esitetään GoodBalance-laitteisto sekä oikea suoritustapa 2-jalan tasapainomittauksessa silmät auki tai kiinni.

7.4.3 Ojennusvoima

Koehenkilöiden alaraajojen maksimaalinen ojennusvoima mitattiin isometrisellä dynamometrillä (NewTest Leg Force). Mittaaminen suoritettiin siten, että testattava henkilö istui selkä kiinni selkänojassa ja kädet vartalon sivulla kiinni tukikahvoissa (kuva 6). Jalkalevy asetettiin toiseksi ylimpään säätöasentoon (levyn kulma 67 astetta), tutkittava asetti jalat työntölevylle noin hartioiden levyiselle etäisyydelle toisistaan ja siten, että kengän kärki tuli pitoteipin yläreunaan 2 cm työntölevyn reunasta alaspäin. Polvinivelen kulmat mitattiin goniometrillä ja suoritukset tehtiin 90 asteen ja 120 asteen polvikulmilta. Alkumittauksien aikana mittaaja kirjasi työntölevyn sekä jalkaterien etäisyyden ylös, jotta ne olivat loppumittauksissa samat. Yhden mittauksen suoritusaika oli 3-5 sekuntia ja mittauksen välissä oli n. 30 sekunnin palautusaika, jonka mittaaja katsoi sekuntikellosta.

Tutkittavaa henkilöä ohjeistettiin tekemään maksimaalinen 3-5 sekuntia kestävä jalkojen ojennus liikkumatonta jalkalevyä vasten. Suoritusohjeeksi sanottiin: *Kun sanon ”Valmiina – NYT!” niin voitte aloittaa suorituksen ja kun sanon ”STOP!” voitte lopettaa suorituksen.* Isometrinen dynamometri mittaavat venymäanturaan kohdistuvaa voimaa ja tieto levyyn kohdistuvasta voimasta välittyi mittariin, mikä ilmoittaa voiman kilogrammoina. Tutkittavat tekivät kaksi suoritusta kahdella jalalla, joista analysointiin otettiin paras mittaustulos. Ennen alkua ja loppumittauksia mittarin kalibroitiin samalla tavalla molemmilla kerroilla. Alaraajan ojennusvoimasta saadut tulokset muutettiin verrannolliseksi testihenkilön painoon suhteellisen voiman kaavalla (kaava 1).

$$\text{Suhteellinen voima} = \frac{\text{Tulos (kg)}}{\text{Paino (kg)}} \times 100 \quad (1)$$



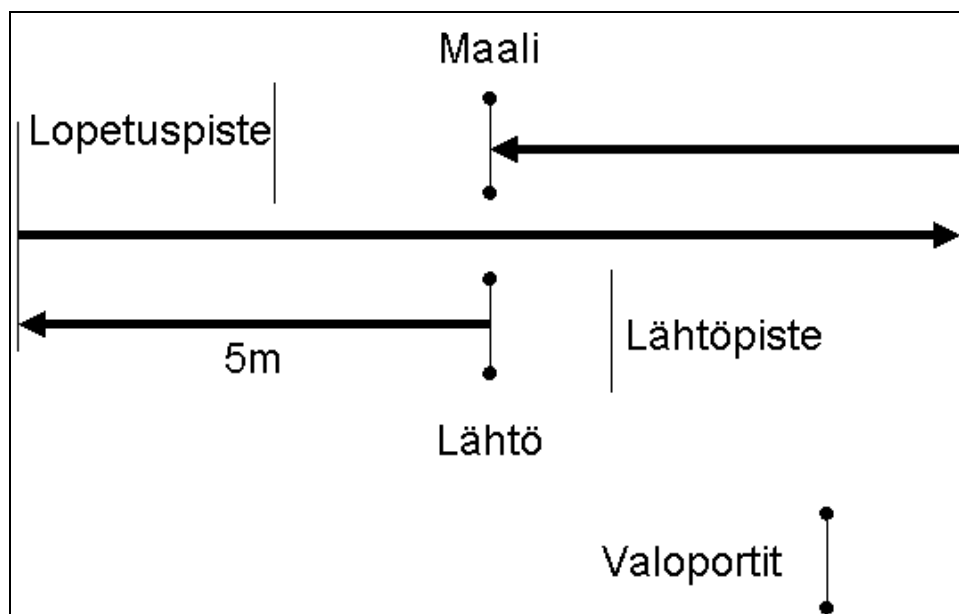
Kuva 6. Isometrinen ojennusvoima mittaus

Kuvassa 6 on esimerkki oikeasta suoritustavasta 90° polvikulmalla, NewTest Leg Force-laitteistolla. Suoritettaessa mittausta 120° polvikulmalla, työntölevykelkkaa siirrettiin tarvittava määrä eteenpäin. Kelkan sijainti sekä jalkojen sijainti suoritettaessa kirjattiin ylös alkumittauksissa. Näin varmistettiin vakioitu asento myös loppumittauksessa.

7.4.4 Liikkumiskyky

Liikkumiskyvyn mittaamiseen käytettiin toiminnallisen kävelynopeuden suunniteltua rataa. Rataan kulunutta aikaa mitattiin valoporttijärjestelmällä (NewTest Powertimer). Rata koostui 20 metrin kävelymatkasta ja siihen sisältyi yksi 90 asteen ja kaksi 180 asteen käännöstä (kuvio 1). Kävelytesti suoritettiin lentävällä lähdöllä, suoritus alkoi 1 metrin ennen valoporttia ja päättyi 2 metriä toisen valoportin jälkeen. Lähtöpisteessä testattava seiso 90 asteen kulmassa valoporttia kohti. Testattava lähti kävelemään tekemällä 90 asteen käännöksen ja ajanotto alkoi, kun hän ohitti ensimmäisen valoportin. Käveltyään 5 metriä suoraan testattavan tuli kiertää merkki (tötsä), jolloin hän teki ensimmäisen 180 asteen käännöksen, siitä hän käveli suoraan 10 metriä, jonka jälkeen tuli toinen merkki (tötsä) ja 180 asteen käännös. Toisen käännöksen jälkeen tutkittava kä-

veli viimeiset 5 metriä toisen valoportin ohi, jonka jälkeen hänen piti kävellä vielä vähintään 2 metriä. Suoritus näytettiin, jokaiselle testattavalle, ennen mittausta ja ohjeistukseksi sanottiin: *Teidän tulee kävellä rata läpi niin nopeasti kuin mahdollista, seisokaa merkatussa kohdassa kasvot salin päätyseinää kohti, kun sanon valmiina – ”NYT!”*, voitte aloittaa suorituksen. Valoporttijärjestelmä mittaa rataa kuluneen ajan sekunteina ja aika välittyi kannettavaan tietokoneeseen. Valoporttien korkeus oli jokaiselle testattavalle sama (35 cm). Testattava teki kaksi suoritusta, joista parempi kirjattiin ylös.



Kuvio 2. Liikkumiskyky-testin kävelyrata

Kuviossa 3 esitetään kaaviokuva tutkimushenkilöiden suorittamasta 20 metrin kävelytesti radasta.

7.4.5 Fyysisen suorituskyvyn kysely

Subjekttiivisten tuntemusten mittaamiseen käytettiin muokattua versiota Ikivihreät-projektin (1991) Fyysisen toimintakyvyn kyselylomakkeesta (Liite 7). Hyväkuntoisilla iäkkäillä, kysymykset tulee suunnata fyysisesti kuormittaviin suorituksiin, jotta vastaukset olisivat tarpeeksi herkkiä. (Sakari-Rantala 2003.) Kyselylomakkeen kysymykset olivat strukturoituja ja niiden tarkoituksena oli selvittää miten tutkittavat selviävät erilaisista ruumiillista ponnistelua vaativista toiminnoista asteikolla nollasta neljään (0=selviän vaikeuksitta, 4=en onnistu). Neljän

tehtävän yhteenlaskettujen pisteiden mukaan parhaat pisteet ovat 0, jolloin ruumiillista ponnistelua vaativista tehtävistä selviää vaikeuksitta ja huonoimmat pisteet ovat 16, jolloin mikään kyseisistä tehtävistä ei onnistu.

Kyselylomakkeen tarkoituksena oli selvittää, miten interventiojakson aikainen harjoittelu vaikutti heidän päivittäiseen toimintakykyyn. Kysely suoritettiin ennen jakson alkua ja sen jälkeen. On tärkeää, että iäkkäiden ihmisten tulee selvittää omat näkemyksensä toiminta- ja liikkumiskyvystä mittausten lisäksi. Kysely selvittää arkipäiväistä toimintaa ja liikkumista arkiaskareissa. On tärkeää selvittää mikäli tutkittavilla on ongelmia joissakin tietyissä päivittäisissä toiminnoissa. (Sakari-Rantala 2003.)

7.5 Harjoituspäiväkirja

Sekä koe- että kontrolliryhmän henkilöillä oli intervention aikana harjoituspäiväkirja (Liite 8), johon tutkimushenkilöt kirjasivat osallistumisen, subjektiiviset tuntemukset sekä koetun rasituksen kyseisen harjoitteluviikon aikana. Harjoituskerat merkittiin tukkimiehen kirjanpidolla harjoituspäiväkirjaan. Mikäli ohjattu harjoittelukerta jäi väliin, tuli henkilön ilmoittaa siitä ohjaajalle sekä järjestää itse korvaava harjoittelukerta. Harjoituspäiväkirjaan merkittiin myös lyhyesti yleiset tuntemukset harjoituksen jälkeen. Koettu rasitus merkittiin 1-5 asteikolla (1 = erittäin kevyt, 2 = kevyt, 3 = hieman rasittava, 4 = rasittava, 5 = erittäin rasittava).

Harjoituspäiväkirja toimi tilastollisen analyysin tukena, kun pohdittiin harjoitusmääriä ja tutkimuksen tulosten tilastollista merkitsevyyttä. Tutkimushenkilön osallistumisprosentin täytyi olla 80 prosentti, jotta henkilön tulokset voitiin sisällyttää aineiston tilastolliseen analyysiin.

7.5 Aineiston tilastollinen analysointi

Aineiston tilastollinen analysointi suoritettiin käyttämällä SPSS-analysointiohjelman versiota 17.0. Normaalijakautuneisuuden testaamiseen käytettiin Shapiro-Wilk-testiä, koska otoskoko oli alle 50. Osa muuttujista oli

normaalisti ja osa vinosti jakautuneita. Normaalisti jakautuneiden muuttujien kohdalla ryhmien väliseen vertailuun käytettiin kahden otoksen t-testiä (Independent-Samples T Test) ja vinosti jakautuneiden muuttujien kohdalla käytettiin Mann-Whitney U-testiä.

Alku- ja loppumittausten tuloksia tarkasteltiin ryhmien sisällä. Normaalisti jakautuneiden muuttujien tulosten osalta käytettiin mittausten välisiin vertailuihin Studentin parittaista t-testiä (Paired-Samples T Test) ja vinosti jakautuneiden muuttujien tuloksien analysointiin käytettiin Wilcoxon-testiä. Tilastollisen merkitsevyyden rajaksi asetettiin $p < 0,05$.

Testien analyysien tuloksista tehtiin taulukot, missä esitetään muuttujien keskiarvot (KA), keskihajonnat (SD), keskiarvoissa tapahtuneet muutokset prosentteina ja muutoksen tilastollista merkitsevyyttä kuvaava p-arvo.

8 TULOKSET

Alkumittausten tuloksien perusteella ryhmien välinen tilastollinen vertailu osoitti, että kaikkien taustamuuttujien ja alkumittausten tulosten p-arvot olivat yli 0,05. Ryhmien välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja ja ryhmät olivat alkuasetelmiltaan vertailukelpoisia.

Alku- ja loppumittausten tuloksien tilastollinen tarkastelu suoritettiin ryhmien sisällä, ja tilastollisesti merkitsevästi parani kuntosaliryhmän liikkumiskykytestin aika ($p=0,005$). Tilastollisesti merkitsevästi kasvoi kuntosaliryhmän henkilöillä silmät kiinni suoritettun 2-jalan tasapainotestin kokonaishuojunta eteen-taakse suuntaan ($p=0,037$) ja oikealla jalalla suoritettun tasapainotestin kokonaishuojunta sivusuuntaan ($p=0,046$) sekä saman testin kokonaishuojunta eteen-taakse suuntaan ($p=0,004$).

8.1 Harjoittelun vaikutus liikkumiskykyyn ja tasapainoon

Taulukoissa 3 tarkastellaan sekä koe- että kontrolliryhmän tuloksia liikkumiskykytestissä. Taulukossa 4 on kuvattu tasapainotestien (kahdenjalan seisoma-asento silmät auki, kahdenjalan seisoma-asento silmät kiinni ja yhden jalan seisoma-asento sekä dynaaminen tasapaino) tulokset. Staattisten tasapainotestien mitatut parametrit olivat sivusuuntainen ja eteen ja taakse suuntainen huojunta millimetreinä. Dynaamisen tasapainon testissä tarkasteltiin testiin kulunutta kokonaisaikaa sekunteina ja rataan käytettyä kokonaismatkaa millimetreinä. Taulukoissa on esitetty alku- ja loppumittausten tulosten keskiarvot, tulosten keskihajonnat, keskiarvoissa tapahtuneet muutokset ja muutoksen tilastollista merkitsevyyttä kuvaava p-arvo.

Taulukko 3. Liikkumiskyky

| | Alkumittaus KA (SD) | Loppumittaus KA (SD) | Muutos % | p-arvo |
|--------------------------|------------------------|-------------------------|----------|--------|
| Liikkumiskyky (s) | | | | |
| Eksentrisen ryhmä | 10,8 (1,0) | 10,6 (0,8) | – 2,5 | 0,373 |
| Kuntosali ryhmä | 11,8 (1,2) | 10,8 (1,3) | – 8,8 | 0,005 |

Taulukosta 3 voidaan huomata, ettei kymmenen viikon eksentrisellä harjoittelulla ollut vaikutusta liikkumiskykytestin tulokseen. Kymmenen viikon kuntosaliharjoittelulla oli tilastollisesti merkitsevä vaikutus liikkumiskykytestin tulokseen.

Taulukko 4. Staattinen ja dynaaminen tasapaino

| | Alkumittaus KA (SD) | Loppumittaus KA (SD) | Muutos % | p-arvo |
|-------------------------------------|------------------------|-------------------------|----------|--------|
| Tasapaino silmät auki (mm) | | | | |
| Eksenttrinen ryhmä | | | | |
| Matka sivusuuntaan | 113,4 (36,3) | 115,3 (22,5) | 1,7 | 0,839 |
| Matka eteen taakse | 194,0 (90,4) | 181,4 (36,8) | - 6,5 | 0,654 |
| Kuntosaliryhmä | | | | |
| Matka sivusuuntaan | 133,5 (34,5) | 130,8 (52,3) | - 2,0 | 0,846 |
| Matka eteen taakse | 172,5 (44,7) | 187,7 (52,2) | 8,8 | 0,286 |
| Tasapaino silmät kiinni (mm) | | | | |
| Eksenttrinen ryhmä | | | | |
| Matka sivusuuntaan | 176,6 (50,9) | 171,4 (47,2) | - 3,0 | 0,841 |
| Matka eteen taakse | 309,1 (81,8) | 321,1 (104,6) | 3,9 | 0,738 |
| Kuntosaliryhmä | | | | |
| Matka sivusuuntaan | 159,1 (65,9) | 195,6 (108,6) | 22,9 | 0,246 |
| Matka eteen taakse | 267,9 (117,6) | 369,4 (183,3) | 37,9 | 0,037 |
| Tasapaino oikea jalka (mm) | | | | |
| Eksenttrinen ryhmä | | | | |
| Matka sivusuuntaan | 554,2 (190,1) | 484,6 (128,6) | - 12,6 | 0,153 |
| Matka eteen taakse | 562,9 (237,9) | 598,2 (355,8) | 6,3 | 0,639 |
| Kuntosaliryhmä | | | | |
| Matka sivusuuntaan | 593,9 (179,5) | 671,8 (191,7) | 13,1 | 0,046 |
| Matka eteen taakse | 534,8 (272,9) | 605,9 (293,6) | 13,3 | 0,004 |
| Tasapaino vasen jalka (mm) | | | | |
| Eksenttrinen ryhmä | | | | |
| Matka sivusuuntaan | 560,8 (126,6) | 553,6 (54,2) | - 1,3 | 0,878 |
| Matka eteen taakse | 484,8 (145,9) | 424,6 (141,3) | - 12,4 | 0,101 |
| Kuntosaliryhmä | | | | |
| Matka sivusuuntaan | 603,9 (193,9) | 605,6 (188,3) | 0,3 | 0,967 |
| Matka eteen taakse | 528,5 (223,4) | 611,2 (337,3) | 15,6 | 0,240 |
| Dynaaminen tasapaino | | | | |
| Eksenttrinen ryhmä | | | | |
| aika (s) | 21,3 (3,1) | 20,0 (4,0) | - 6,3 | 0,392 |
| Matka (mm) | 1147,417(184,819) | 1093,382(337,951) | - 4,7 | 0,673 |
| Kuntosaliryhmä | | | | |
| aika (s) | 31,6 (28,4) | 20,8 (7,5) | - 34,2 | 0,484 |
| Matka (mm) | 2014,1 (1073,6) | 1530,0 (593,1) | - 24,0 | 0,262 |

Taulukosta 4 voidaan huomata, ettei eksentrisellä harjoittelulla ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta tasapainotestien tuloksiin. Kuntosaliryhmän silmät kiinni kahdella jalalla suoritettujen tasapainotestien tuloksista kokonaishuojunta eteen taakse suuntaan oli kasvanut tilastollisesti merkitsevästi. Oikealla jalalla suoritettujen tasapainotestien tuloksista kuntosaliryhmän kokonaishuojunta sivu ja eteen taakse suunnassa ovat kasvaneet tilastollisesti merkitsevästi.

8.2 Harjoittelun vaikutus maksimaaliseen isometriseen voimantuottoon

Taulukoissa 5 tarkastellaan sekä koe- että kontrolliryhmän tuloksia isometrisessä ojennusvoimassa 90- ja 120-asteen polvikulmilla sekä suhteellisessa voimassa. Taulukoissa on esitetty alku- ja loppumittauksen keskiarvo, tulosten keskihajonnat, keskiarvoissa tapahtuneet muutokset ja muutoksen tilastollista merkitsevyyttä kuvaava p-arvo.

Taulukko 5. Alaraajojen ojennusvoima

| | Alkumittaus KA (SD) | Loppumittaus KA (SD) | Muutos % | p-arvo |
|--------------------------------------|------------------------|-------------------------|----------|--------|
| Alaraajojen ojennusvoima (kg) | | | | |
| Eksenttrinen ryhmä | | | | |
| 90 ° | 149,3 (38,8) | 153,8 (29,6) | 3,0 | 0,525 |
| 120 ° | 258,0 (104,9) | 289,8 (85,2) | 12,3 | 0,235 |
| Kuntosali ryhmä | | | | |
| 90 ° | 103,0 (43,3) | 109,6 (27,4) | 6,4 | 0,371 |
| 120 ° | 188,5 (95,5) | 198,6 (71,5) | 5,4 | 0,602 |
| Suhteellinen voima (%) | | | | |
| Eksenttrinen ryhmä | | | | |
| 90 ° | 180,4 (33,0) | 187,7 (17,0) | 4,1 | 0,402 |
| 120 ° | 308,5 (92,5) | 351,7 (74,5) | 14,0 | 0,125 |
| Kuntosali ryhmä | | | | |
| 90 ° | 141,9 (31,1) | 157,1 (19,015) | 10,7 | 0,197 |
| 120 ° | 264,2 (123,4) | 288,6 (92,0) | 9,2 | 0,469 |

Taulukosta 5 voidaan huomata, ettei tutkimuksessa saatu tilastollisesti merkitsevää muutosta kummankaan ryhmän alaraajojen isometriseen ojennusvoimaan eikä suhteelliseen voimaan.

8.3 Harjoittelun vaikutus subjektiiviseen kokemukseen liikkumis- ja toimintakyvystä

Taulukossa 6 tarkastellaan sekä koe- että kontrolliryhmän tuloksia subjektiivisista tuntemuksista. Taulukoissa on esitetty alkua- ja loppumittausten keskiarvo, tulosten keskihajonnat ja muutoksen tilastollista merkitsevyyttä kuvaava p-arvo.

Taulukko 6. Subjektiiviset tuntemukset

| | Alkumittaus KA (SD) | Loppumittaus KA (SD) | p-arvo |
|---------------------------|------------------------|-------------------------|--------|
| Eksenttrinen ryhmä | 1,2 (1,2) | 0,7 (1,2) | 0,203 |
| Kuntosaliryhmä | 1,0 (1,1) | 0,7 (0,9) | 0,170 |

Taulukosta 6 voidaan huomata, ettei subjektiivisissa tuntemuksissa tapahtunut tilastollisesti merkitsevää muutosta kummankaan ryhmän osalta.

8.4 Eksentrisen harjoittelu verrattuna perinteiseen kuntosaliharjoitteluun

Eksentrisen ja perinteisen kuntosaliharjoittelun vaikutukset liikkumiskykyyn ja tasapainoon sekä isometriseen voimantuottoon on kuvattu edellisissä taulukoissa 3-6. Taulukoissa 7 tarkastellaan sekä eksentrisen- että kuntosaliryhmän tuloksia koko kehon lihasmassan sekä vasemman ja oikean jalan lihasmassojen

osalta. Taulukoissa on esitetty alku- ja loppumittausten keskiarvo, tulosten keskihajonnat, keskiarvoissa tapahtuneet muutokset ja muutoksen tilastollista merkitsevyyttä kuvaava p-arvo.

Taulukko 7. Lihasmassa.

| | Alkumittaus KA (SD) | Loppumittaus KA (SD) | p-arvo |
|--------------------------|------------------------|-------------------------|--------|
| Eksentrisen ryhmä | | | |
| Lihasmassa | 30,7 (6,5) | 30,7 (6,6) | 1,000 |
| vasen jalka | 8,2 (1,7) | 8,2 (1,7) | 0,854 |
| oikea jalka | 8,3 (1,7) | 8,2 (1,7) | 0,333 |
| Kuntosali ryhmä | | | |
| Lihasmassa | 27,6 (8,3) | 27,6 (8,4) | 0,21 |
| vasen jalka | 7,5 (2,2) | 7,5 (2,1) | 0,868 |
| oikea jalka | 7,5 (2,1) | 7,5 (2,1) | 0,804 |

Taulukoista voidaan huomata, ettei kymmenen viikon harjoittelulla ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta lihasmassan muutoksiin.

9 POHDINTA

Eksentrisen harjoittelun vaikutuksista ikääntyneiden lihasvoimaan, tasapainoon ja toimintakykyyn on tehty viime vuosina useita tutkimuksia. On tutkittu, että parempi alaraajojen lihasvoima parantaa tasapainoa ja tätä kautta vähentää esim. kaatumisriskiä ikääntyneillä. Ikääntyneiden kaatumistapaturmat ovat merkittävä kansanterveysongelma, ja viime aikoina tähän ongelmaan on alettu kiinnittämään entistä enemmän huomiota. (Sihvonen 2008.) Otimme tähän tutkimukseen lihastyömuodoksi eksentrisen lihastyön, koska on tutkittu, että tämä harjoittelumuoto sopii erityisesti ikääntyneille henkilöille.

Verrattuna esimerkiksi konsentriseen ja isometriseen lihastyöhön eksentrisessä (negatiivisessa työssä) saadaan aikaiseksi korkeampi voimantuotto (Nigg ym. 2000). Ikääntyneille tämä lihastyömuoto sopii erityisesti siksi, koska sen on tutkittu olevan edullinen hengitys – ja verenkiertoelimistölle (taloudellisempi hankalutus verrattuna konsentriseen ja isometriseen lihastyöhön). Tämä on tärkeä huomio, koska ikääntymisen fysiologisten muutosten myötä esim. aerobinen kapasiteetti heikkenee olennaisesti (Kallinen 2008). On tutkittu, että eksentrisen voima heikentyy ikääntyessä ja vähenee hitaammin kuin konsentrisen

voima (McArdle ym. 2001). Tämän vuoksi juuri eksentristä lihasvoimaharjoittelua tulisi harjoituttaa ikääntyneille henkilöille.

Tässä tutkimuksessa interventio (eksentrisen ja kuntosaliharjoittelu) kesti Kymmenen viikkoa. Ensimmäiset kaksi viikkoa interventiosta menivät kuitenkin totutteluun uuteen lihastyömuotoon sekä motoriseen oppimiseen. Ikääntyessä fysiologiset muutokset rajoittavat motorista suoritusta, ja yksi tärkeimmistä ikämuutoksista on motorisen vasteen hidastuminen. Tämä käy erityisesti ilmi, kun täytyisi tuottaa nopeita liikevasteita (Ruuskanen 2008). Vaikka aikaisemmissa tutkimukset osoittavat eksentrisen harjoittelun tehokkuudesta ei tässä tutkimuksessa saatu tilastollisesti merkitseviä muutoksia, jotka puhuisivat laitteella suoritettua eksentrisen harjoittelun puolesta.

9.1 Aineisto

Alku- ja loppumittaukset suoritti samat henkilöt ennalta määrätyn ohjeistuksen perusteella. Näin varmistettiin paras mahdollinen suoritustekniikka jokaisen mittauksen kohdalla ja pyrittiin parhaaseen mahdolliseen validiteettiin ja reliabiliteettiin jokaisessa mittauksessa. Kuitenkin inhimilliset virheet ovat mahdollisia johtuen esim. vähäisestä kokemuksesta mittareita käytettäessä. Kaikkia mitattuja ominaisuuksia pyrittiin mittaamaan mahdollisimman tarkkoilla ja luotettavilla mittareilla. Esimerkiksi kaikki mittaukset suoritettiin koneellisesti, jolloin mittauksista johtuvat virheet rajautuivat vain ohjeistukseen ja suoritustekniikan valvontaan.

Sekä alku – että loppumittaukset järjestettiin molemmat kahtena päivänä. Ympäristöolosuhteet olivat samanlaiset ja mittaukset suoritettiin samaan vuorokaudenaikaan, joten näiltä osin tulokset ovat vertailukelpoisia keskenään. Onnistuimme arvioimaan yhden tutkimushenkilön käyttämän ajan/mittaus, joten pysyimme hyvin aikataulussa mittauksen suhteen. Lähetimme jokaiselle tutkimushenkilölle valmistautumisohjeet alku – ja loppumittauksiin, näin ollen jokainen mittauksiin osallistunut henkilö oli valmistautunut mittauksiin tilanteen vaatimalla tavalla.

Mittaukset järjestettiin samassa järjestyksessä (1. Kehon koostumus 2. Tasa-paino 3. Liikkumiskyky 4. Alaraajojen isometrinen ojennusvoima) molemmissa mittauksissa. Tulosten luotettavuutta ja vertailukelpoisuutta pyrimme parantamaan siten, että jokainen testaaja ohjasi samat mittaukset niin alku – kuin loppumittauksessa. Tosin tämä voi myös heikentää tulosten luotettavuutta, koska näin ollen yksittäisen mittaajan virheet voivat jäädä huomaamatta. Mittausvirheiden riskiä pienensimme tarkkojen ja huolellisten testiohjeiden avulla.

Suurin tulosten luotettavuutta heikentävä tekijä alku – ja loppumittausten välillä oli isometriseen dynamometriin vaihdettu anturi alkumittausten jälkeen. Kehon koostumusmittauksessa Inbodyn tulosteliuskassa näkyi vielä reiden ympärystämitta jokaisen tutkimushenkilön kohdalla alkumittauksessa. Alkumittausten jälkeen kyseinen muuttuja kuitenkin hävisi tulosteliuskasta laitepäivityksen seurauksena. Reiden ympärystämittasta olisimme saaneet arvokasta tietoa mm. eksentrisen harjoittelun vasteista alaraajoihin.

Liikkumiskyvyn testissä mitattiin liikesuunnan vaihtelun vaikutusta kokonaissuoritusajkaan. Testissä tilastollisesti merkitsevää muutosta tapahtui kontrolliryhmän osalta. Tarkoista testiohjeista huolimatta tutkimushenkilöillä oli kuitenkin vaikea sisäistää, että mittaus tulee suorittaa maksimaalisella kävelynopeudella. Testi osoittautui tutkimushenkilöiden subjektiivisten tuntemusten perusteella kuitenkin helpoksi, joten testi olisi voinut olla haastavampi niin matkan kuin liikesuuntien vaihtelunkin osalta.

9.2 Menetelmät

Tutkimuksen kymmenen viikon interventio toteutettiin ohjatusti jokaisen koehenkilön kohdalla. Näin saatiin varmistettua jokaisen tutkimukseen osallistuvan osalta oikeat suoritustekniikat ja harjoittelun tehot, jolloin harjoitteluohjelmista saatiin vertailukelpoiset ryhmän jäsenten välillä. Sen sijaan ryhmien välistä vertailua harjoittelun tehosta oli mahdoton määritellä. Emme voi olla varmoja, oliko harjoittelu ryhmien välillä tasavertainen, sillä ainoana vertailukelpoisena mittarina ryhmien välillä oli subjektiivisia tuntemuksia kuvaava Borgin asteikko.

Eksentrisen ryhmän suunniteltu harjoitusohjelma eli jokaisen ryhmäläisen kohdalla kymmenen viikon aikana. Alun kahden viikon totuttelujakson jälkeen ryhmäläiset pystyivät harjoittelemaan suuremmilla vastuksilla ja pystyivät harjoitustekniikan kannalta laadukkaampaan suoritukseen. Kuitenkin harjoittelun aikana osalle ryhmäläisistä jouduttiin hetkellisesti vähentämään harjoitteluvastusta. Tällä ratkaisulla varmistettiin turvallinen harjoittelu ja vähennettiin ja ennaltaehkäistiin lihasten kipeytymistä. Myös tästä johtuen molempien ryhmien osallistumisprosentti oli yli 80 % jokaisella intervention loppuun asti vieneellä. Koska jokaisen osallistujan kehitys harjoittelun edetessä oli yksilöllistä, ryhmän sisällä tapahtui eroavaisuuksia yksittäisillä harjoituskerroilla. Kuitenkin subjektiiviset kokemukset harjoittelun jälkeen, harjoittelun aikana seuratut sykearvot sekä harjoituspäiväkirjan merkinnät kertovat, että harjoittelu oli tehokasta koko kymmenen viikon aikana.

Kuten eksentrisessä ryhmässä, kuntosaliryhmäläisten harjoitusohjelma eli intervention aikana. Jokaiselle annettiin alustava ohjelma, jonka mukaan mm. vastusta kasvatetaan harjoittelun aikana. Kuitenkin yksilöllinen kehitys vaati yksilölliset vastuksen muutokset, ja siten kaikki osallistujat etenivät omaan tahtiinsa harjoitusohjelmassa. Kuntosalilla ohjaajat valvoivat oikeita suoritustekniikoita ja jos vaikutti siltä, että joku koehenkilö ei pystynyt suorittamaan liikkeitä puhtaasti, laskettiin hänen sen hetkistä vastusta, jolloin varmistettiin turvallinen harjoittelu. Ryhmämuotoisesti järjestetty kuntosaliharjoittelu oli sosiaalisempaan verrattuna yksin suoritettuun eksentriseen harjoitteluun. Ikääntyneille on tärkeää saada sosiaalisia kontakteja ryhmän sisällä, jolloin motivoituminen harjoitteluun voi olla parempi (Saarenheimo 2008).

LaStayon ym. (2001) tutkimuksessa tutkimushenkilöt harjoittelivat alussa 2 kertaa viikossa ja sitten harjoittelumäärät oli nostettu 5 kertaan viikossa viikoille 5-6, mistä se laskettiin 3 kertaan viikossa viikoille 7-8. Harjoitteluaika oli myös kyseisessä tutkimuksessa suurempi, alussa se oli 15 minuuttia ja se nousi lopussa 30 minuuttiin kerralla. Poljin nopeus tutkimuksessa oli 50 kierroksesta/minuutissa 70 kierrokseen/minuutissa. Kyseiset määrät ovat suuremmat kuin meidän tutkimuksessa, missä harjoittelu suoritettiin 2 kertaa viikossa alussa 5 minuuttia ja lopussa 15 minuuttia kerralla, poljinnopeuden ollessa 30 kierros-

ta/minuutissa koko tutkimuksen ajan. Kyseisen mallin käyttäminen meidän tutkimuksessa ei ollut käytännössä mahdollista, sillä tutkimushenkilöt olivat vanhempia, ja meidän omat resurssit eivät ajankäytöllisistä syistä riittäneet pidentämään harjoittelun kestoa. Päädyimme käyttämään Metitur Oy:n Eccentric-trainerin valmiita harjoitusohjelmia, koska lähdeaineistoista ei löytynyt kyseiselle laitteelle sopivia harjoitusohjelmia, eikä laitteen valmistaja vastannut meidän kyselyihin.

On myös mahdollista, että kymmenen viikon yhtäjaksoinen harjoittelu olisi vaatinut pidemmän palautumisajan ennen loppumittauksia, jotta tutkimushenkilöiden lihakset olisivat palautuneet täyteen kuntoon harjoittelusta. LaStayon ym (2001) tutkimuksen mukaan suurin lihasvoiman lisääntyminen oli tapahtunut 10 päivää harjoittelun loputtua, meidän tutkimuksessa loppumittaukset suoritettiin 3-5 päivää harjoittelun jälkeen. Aikataulullisesti tämä oli ainut malli, jolla loppumittaukset olivat mahdollista suorittaa siten, että kaikki pääsivät niihin osallistumaan. Koska lihasvoima voidaan maksimoida eksentrisessä lihassupistuksessa, niin lihaksen supistuvien osien ja lihassolujen rakenteissa itsessään tapahtuu vahinkoa, jolloin heikkoutta ja lihaskipuja esiintyy.

9.3 Tulokset

Toteuttamallamme kymmenen viikon eksentrisellä alaraajaharjoittelulla ei ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta tutkittuihin muuttujiin. Ainoa tilastollisesti merkitsevä parannus tapahtui kuntosaliryhmällä liikkumiskykytestissä. Saadut tulokset ovat ristiriidassa viitekehyksessä käytettyjen tutkimustulosten kanssa. Haluttuja lihasvoiman sekä lihasmassan kasvuja ei tapahtunut, ja tästä syystä myös muutokset toiminnallisissa testeissä jäivät olemattomiksi. Tutkimuksen tutkimusasetelmallisten puutteiden, kuten pienen otoskoon, vuoksi tulosten todistusarvo ja yleistettävyyys ovat alhaisella tasolla, minkä vuoksi niitä on syytä pohtia kriittisesti.

Harjoitusohjelman kymmenen viikon kesto on lihasvoimaharjoittelua ajatellen lähes minimiaika. Tutkimusten perusteella vasta 8-10 viikon harjoittelun jälkeen on odotettavissa kehitystä lihasten tuottamaan voimaan. Kymmenen viikon har-

joitusohjelmamme sisälsi kahden viikon, yhteensä neljän harjoittelukerran, tutustumis- ja laitteen käytön opettelukerrat. Näiden kertojen aikana koehenkilöt eivät saaneet juurikaan tehoja irti harjoittelusta, ja sitä kautta kahden viikon ajalta harjoitusvasteet jäivät pieniksi. Harjoitusohjelma koostui vain kahdeksan viikon tehokkaasta harjoittelusta ja näin ollen ryhmäläisillä ei todennäköisesti ajan puolesta ehtinyt tapahtua tilastollisesti merkitsevää muutosta lihasvoimaan tai lihasmassan kasvuun. LaStayo ym. (2003) toteuttivat tutkimuksessaan 11 viikon intervention (eksentrisen alaraajaharjoittelu), jossa koeryhmäläiset harjoittelivat 3 kertaa viikossa. Tässä tutkimuksessa alaraajojen isometrinen ojennusvoima parani eksentrisen ryhmän jäsenillä 60 %.

Isometristä alaraajojen ojennusvoimaa tutkittiin tarkoitukseen sopivalla New-Test-dynamometrillä. Laite kalibroitiin ohjeiden mukaisesti ennen molempia mittauksia ja mittaustilanteet suoritti sama henkilö molemmilla kerroilla. Näin saatiin varmistettua, että saadut tulokset olisivat vertailukelpoisia toisiinsa nähden. Kuitenkin alku- ja loppumittausten välisenä aikana laitteen voimia mittaava anturi vaihdettiin kokonaan uuteen, ja tämä on saattanut vaikuttaa loppumittauksessa saatuihin tuloksiin.

Aikaisempien tutkimusten mukaan, joissa on käytetty eksentristä ergometriä, alaraajojen isometrinen ojennusvoima on kasvanut tilastollisesti merkitsevästi. LaStayo ym. (2000) tehdyssä tutkimuksessa oli tutkittu nuoria aikuisia (Ka 23.9 19–38 vuotta), jotka harjoittelivat eksentrisellä ergometrillä 8 viikon ajan. Tutkimuksessa isometrinen lihasvoima kasvoi eksentrisesti harjoitelleen ryhmän jäsenillä 36 % ja lihassyyn poikittaispinta-ala 52 %. Ikä ei ole todennäköisesti syynä siihen, miksei lihasvoima kasvanut tilastollisesti merkitsevästi tutkimuksemme. Ikääntyneillä vastusharjoittelulla saadut vasteet vastaavat nuorten aikuisten saamiin tuloksiin (McArdle ym. 2001). Harjoittelumäärät ovat todennäköinen tekijä, jonka vuoksi lihasvoima ei kasvanut. LaStayon ym. (2001) tutkimuksessa harjoittelumäärät olivat paljon suuremmat kuin meidän omassa tutkimuksessa, koska tutkittavat henkilöt olivat nuorempia, niin heille on turvallisempaa teettää useampia harjoittelukertoja viikossa.

Kahdenkymmenen metrin kävelytesti suunniteltiin sopimaan valitulle osallistujaryhmälle siten, että rata olisi tarpeeksi haastava ikääntyneille, mutta kuitenkin mahdollinen kaikkien suorittaa. Kuitenkin ryhmäläisten sen hetkinen fyysinen kunto oli sillä tasolla, että kahdenkymmenen metrin kävely ei ollut tarpeeksi haastava, jotta suunniteltu mittari olisi tarpeeksi sensitiivinen. Tämän lisäksi mitattaville henkilöille oli haastavaa selventää mittauksessa tärkeänä osana olevaa mahdollisimman nopeaa kävelyvauhtia. Näin ollen kymmenen viikon harjoittelun jälkeen vain kuntosaliryhmän tulokset paranivat tilastollisesti merkitsevästi. Saatu tulos saattoi johtua liian hitaasta kävelyvauhdista alkumittauksessa, ei niinkään harjoittelun tuomista vaikutuksista, sillä Symos, Vandervoort, Rice, Overend, Marsh (2005) ja Manini, Marko, VanArman, Cook, Ferhall, Burke, Ploutz-Snyder (2007) eivät olleet saaneet tutkimuksissaan lihasvoima- ja vastusharjoituksilla muutoksia kävelynopeuteen. Kuntosaliharjoittelu oli toiminnallisempaan kuin eksentrisen harjoittelu, ja nopea kävely vaativat hyvää koordinaatiota, alaraajojen liikkuvuutta sekä nilkan toimintaa, joten monipuolisempi kuntosaliharjoittelu voi siten vaikuttaa kävelynopeuteen positiivisesti.

Tasapainon ylläpitoon sekä hallintaan paikallaan seistessä tarvitaan lihasvoimaa. Koska suunnitellulla harjoitusohjelmalla ei saatu kummassakaan ryhmässä tilastollisesti merkitsevää muutosta voiman tuottoon tai lihasmassaan, tulos on verrattavissa tasapainosta saatuihin tuloksiin. Eksentrisellä ryhmällä ei tapahtunut tilastollisesti merkitsevää muutosta tutkituissa parametreissa. Sen sijaan kuntosaliryhmällä tilastollisesti merkitsevät muutokset tasapainotesteissä olivat huonompaan suuntaan. Kuitenkin saaduissa tuloksissa on huomattavissa, että sekä dynaamisessa että staattisessa tasapainossa on mahdollista kehittyä lihasvoimaharjoitteilla.

Kehonkoostumusmittaus InBody-laitteella antaa tarkan numeerisen tuloksen mm. kehon lihasmassasta. Tärkeää on kuitenkin huomioida oikea mittaustapa ja mittausten suoritus samana aikana päivästä. Tuloksista otettiin huomioon kehon kokonaislihasmassa sekä alaraajojen lihasmassat. Saatuja tuloksia verrattiin alku- ja loppumittausten välillä.

Subjektiiiviset tuntemukset harjoittelun vaikutuksesta tutkittiin muokatulla versiol-la Ikivihreät-projektin (1991) Fyysisen toimintakyvyn kyselylomakkeesta. Kuten liikuntakykyä mitattaessa tarkoituksena oli kehittää mahdollisimman sensitiivinen kyselylomake, joka palvelisi tutkimusta mahdollisimman hyvin. Mutta koska osallistujien fyysinen toimintakyky oli odotettua parempi, lomake ei ollut tarvittavan sensitiivinen. Näin ollen saadut tulokset eivät kuvaa tarvittavalla tarkkuudella ryhmäläisten kokemaa kehitystä harjoittelun hyödystä ja heidän selviytymistä arjessa.

9.4 Jatkotutkimusaiheet

Eksentrisen harjoittelun vaikutuksesta ikääntyneiden toimintakykyyn, maksimaaliseen lihasvoimaan sekä tasapainoon tarvitaan lisätutkimuksia. Suuremmalla otoskoolla ja kestoltaan pidemmällä interventiolla voidaan saada tilastollisesti merkitseviä muutoksia mitattavissa parametreissa. Tässä tutkimuksessa intervention kaksi ensimmäistä viikkoa koeryhmällä menivät uuteen lihastyömuotoon sekä laitteeseen tutustuessa. Näin ollen harjoitusvasteet jäivät pieniksi kahden ensimmäisen viikon aikana. Yhteenvedona interventiosta voidaan sanoa, että tehokas eksentrisen harjoittelu kesti kahdeksan viikkoa. Aikaisemmissa tutkimuksissa interventio on kestänyt 10–12 viikkoa ja niissä harjoiteltiin 3 kertaa viikossa, joissa on tutkittu eksentrisen lihasvoimaharjoittelun vaikutuksia ikääntyneiden toimintakykyyn. LaStayo ym. 2003 saivat tutkimuksessaan tilastollisesti merkitsevää kasvua mm. polven isometrisessä ojennusvoimassa (60 %) 11 viikon intervention aikana. Kyseisessä tutkimuksessa koeryhmä harjoitteli myös vastaavanlaisella eksentrisellä ergometrillä. Myös 8 viikon interventiojaksolla (LaStayo ym. 2000) on saatu tilastollisesti merkitsevää kasvua esimerkiksi polven isometrisessä ojennusvoimassa (36 %) ja lihaksen poikkipinta-alassa (52 %), mutta tässä tutkimuksessa koehenkilöt olivat nuoria aikuisia ja he harjoittelivat useammin (3-5 kertaa viikossa) kuin meidän tutkimuksessamme. Tässä tutkimuksessa myös poljinnopeus (50–70 kierrosta/minuutti) oli suurempi kuin meidän tutkimuksessamme (30 kierrosta/minuutti). Voidaan siis olettaa, että jos harjoituskertoja olisi ollut kolme kertaa viikossa, olisimme saaneet tilastollisesti merkitsevämpiä muutoksia mitatuissa parametreissa. Omat resurssit eivät kuitenkaan riittäneet kolmen harjoituskerran järjestämiseksi. Metitur Oy:n

valmistamaa Eccentric traineria kannattaa ehdottomasti käyttää jatkotutkimuksissa. Tällä laitteella saadaan puhdas eksentrisen lihassupistus verrattuna esim. aikaisemmissa tutkimuksissa käytettyihin eksentrisiin kotiharjoitteisiin.

Jatkotutkimuksissa etenkin toimintakyvyn (liikkumiskyvyn) testit kannattaa tehdä haastavimmiksi. Tässä tutkimuksessa käytetty 20 metrin liikkumiskyvyn testi oli ainakin kyseiselle tutkimusryhmälle liian helppo (subjektiiviset vasteet). Jatkossa ikääntyneiden toimintakykyä voitaisiin mitata esim. UKK-instituutin 6 minuutin kävelytestillä. Tätä kautta saisi tietoa eksentrisen harjoittelun vasteista myös aerobiseen kuntoon. Kävelytestistä saisi myös maksimaalisen hapenkulutuksen laskennallisen arvion. Samalla näitä parametrejä voitaisiin tutkia jo interventiojaksolla (syke + verenpaine jokaisen harjoituskerran yhteydessä).

Eksentrisen harjoittelun vaikutusta hengitys – ja verenkiertoelimistöön kannattaa tutkia jatkossa. On tutkittu, että myös lihasvoimaharjoittelulla saadaan aerobista kapasiteettiä (maksimaalista hapenkulutusta) parannettua. Tämä selittyy lihasvoiman kasvulla ja paremmalla alaraajojen suorituskvyyllä aerobista kuntoa mittavassa testissä, esim. polkupyöräergometriassa. Kun lihasvoima kasvaa, tehdään lihastyötä alhaisemmalla tasolla maksimivoimasta ja siten sitä voidaan tehdä pitempikestoisena aerobisena suorituksena (Kallinen 2008). Tässä tutkimuksessa eksentrisen ryhmän jäsenillä oli jokaisen harjoituskerran aikana sykepanta, ja harjoituksen ohjaaja seurasi harjoituksen vasteita sykemittarista. Tämä oli kuitenkin varotoimenpide, varsinkin kun koehenkilöt olivat ikääntyneitä.

10 JOHTOPÄÄTÖKSET

Puhtaalla laitteella tapahtuvalla eksentrisellä alaraajojen lihasvoimaharjoittelulla ei ollut tilastollisesti merkitseviä tuloksia ikääntyneiden liikkumiskykyyn ja tasapainoon, alaraajojen ojennusvoimaan eikä subjektiivisiin kokemuksiin omasta liikkumis- ja toimintakyvystä. Alaraajojen lihasvoimalla on tärkeä yhteys ikääntyneiden toimintakykyyn sekä mm. kaatumistapausten ehkäisyyn. Oikein suun-

nitellulla ja toteutetulla liikunnalla pystytään edesauttamaan ikääntyneiden alaraajojen voimantuottoa ja siten kehittää esimerkiksi ikääntyneiden tasapainoa.

Tutkimuksessa ainoa tilastollisesti merkitsevä muutos (kasvu) tapahtui kuntosaliryhmällä liikkumiskyvyn testissä. Tämän takia tutkimuksen toteutusta täytyy tarkastella kriittisesti. Tutkimusotos jäi varsin pieneksi ($n=14$), jonka vuoksi tulokset ovat myös heikosti yleistettävissä. On syytä pohtia, miksi emme saaneet tilastollisesti merkitsevää kasvua missään mitatussa muuttujassa eksentrisellä ryhmällä. On mahdollista, että lyhyt interventiojakso (tehokasta harjoittelua ergometrillä 8 viikkoa) ei riittänyt haluttuihin muutoksiin. Mittarien sensitiivisyyttä on myös syytä tarkastella kriittisesti. Toimintakyvyn kyselylomake sekä liikkumiskyvyn testi osoittautuivat liian helpoiksi koehenkilöille. Myös mittauslaitteisiin (NewTest-dynamometri) tehdyt muutokset mittauksien välillä ovat voineet vaikuttaa tuloksiin. On mahdollista, että olisimme saaneet tilastollisesti merkitsevää kasvua esim. jalan ojennusvoimassa, jos molemmat ryhmät olisivat harjoitelleet kolme kertaa viikossa. On tutkittu, että kolme kertaa viikossa tapahtuva alaraajojen eksentrisen lihasvoimaharjoittelu (11 viikon interventio) parantaa polven isometristä maksimaalista ojennusvoimaa tilastollisesti merkitsevästi (LaStayo ym. 2003).

On myös tärkeää tutkia lisää eksentrisen harjoittelun vaikutuksia toimintakyvyltään heikommilla ikääntyneillä sekä suuremmilla otoskooilla, jotta saadut tulokset olisivat yleistettävissä ja siten eksentrisen harjoittelu olisi näyttöön ja tutkituun tietoon perustuvaa harjoittelua.

KUVAT

- Kuva 1. Lihaksen rakenne (Structure of skeletal muscle), s. 9
- Kuva 2. Eccentric Trainer Metitur Oy, s. 28
- Kuva 3. Kehonkoostumusmittaus InBody-laitteella, s. 33
- Kuva 4. Dynaamisen tasapainon testauksessa käytetty rata, s. 34
- Kuva 5. Tasapainon mittaus GoodBalance-laitteella, s. 35
- Kuva 6. Isometrinen ojennusvoima mittaus, s. 37

KUVIOT

- Kuvio 1. Tutkimusasetelma, s. 27
- Kuvio 2. Liikkumiskyky-testin kävelyrata, s. 38

TAULUKOT

- Taulukko 1. Tiedonkeruu menetelmät, s. 25
- Taulukko 2. Eksentrisen harjoitusohjelma, s. 30
- Taulukko 3. Liikkumiskyky, s. 41
- Taulukko 4. Tasapaino, s. 42
- Taulukko 5. Alaraajojen ojennusvoima, eksentrisen ryhmä, s. 43
- Taulukko 6. Subjektiiiviset tuntemukset, s. 43
- Taulukko 7. Lihasmassa, s. 44

LÄHTEET

- Abernethy, B., Hanrahan, S.J., Keppers, V., Mackinnon, L.T. & Pandy, M.G. 2004. The Biophysical Foundation of Human Movement. Second Edition. Leeds: Human Kinetics
- Adams, A. 2004. The Muscular System . The Human Body System Series. London: Greenwood Press.
- Ahonen, J., Joensuu, J., Kantola, M., Kruus-Niemelä, M., Kukkonen, S., Liukkonen, I., Luther, M., Nissen, M., Orava, S., Saarikoski, R., Salonen, I., Valvanne, J., Virrantaus, J. 2004. Teoksessa Liukkonen, I., Saarikoski, R. (toim.). Jalat ja terveys. Helsinki: Kustannus oy Duodecim,
- Ahvo, L. Berg, T., Jalkanen- Meyer, A., Kaikkonen, H., Kannus, P., Koivula, M., Käyhty M., Rahikainen, M-L., Salmelin, M., Suominen M., Timonen L. 2001. Ikääntyvien liikunta, terveys ja toimintakyky. Jyväskylä. Gummerus.
- Alen M. & Rauramaa R. 2005. Liikunnan vaikutukset elinjärjestelmittäin. Teoksessa Vuori I., Taimela S., Kujala U. (toim.) Liikuntalääketiede. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 30-54.
- Bahr, R., Fossan, B., Løken, S. & Engebretsen, L. 2006. Surgical Treatment Compared with Eccentric Training for Patellar Tendinopathy (Jumper's Knee). The Journal of Bone and Joint Surgery 88-A, 1689-1698.
- Berg K, Maki B, Williams JI, Holliday P, Wood-Dauphinee S. 1992. Measuring balance in the elderly: preliminary development of an elderly population. Arch Phys Med Rehab 73, 1073-1080.
- Burks, T., Gerber, P., Greis P.E., Dibble, L.E., LaStayo, P.C., Marcus, R.L. 2009. Effects of Early Progressive Eccentric Exercise on Muscle Size and Function after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A 1-Year Follow-up Study of a Randomized Clinical Trial. Physical Therapy 1, 51-59.
- Cerny, F.J. & Burton, H. 2001. Exercise Physiology for Heath Care Professionals. Leeds: Human Kinetics.
- Gerber, J.P, Marcus, R.L, Dibble, L.E, Greis, P.E, Burks, R.T, LaStayo, P.C. 2007. Effects of early progressive eccentric exercise on muscle structure after anterior Cruciate ligament reconstruction. J. Bone Joint Surg. Am 89, 559-570.
- Heikkinen E. 2005. Keski-ikäisten ja iäkkäiden liikunta. Teoksessa Vuori I., Taimela S., Kujala U. (toim.) Liikuntalääketiede. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 184-201.
- Heikkinen, E. 2008. Terveiden ja toimintakyvyn ylläpito edistää hyvinvointia ja parantaa elämänlaatua. Teoksessa Leinonen R., Havas E. (toim.) Liikunnan yhteiskunnallinen perustelu III, Fyysinen aktiivisuus iäkkäiden henkilöiden hyvinvoinnin edistäjänä. Jyväskylä: LIKES, 80-89.

Horak F. 1987. Clinical Measurement of Postural Control in Adults. *Physical Therapy* 67, 1881-1885.

Hurley, B.F. & Roth, S.M. 2000. Strength Training in the Elderly - Effects on Risk Factors for Age-Related Diseases. *Sports Medicine* 4, 249-268

Juntunen M, Danner R, Luoma-Aho M, Tikkanen K, Vainikainen M. 1996 Viiden fyysistä toimintakykyä mittaavan testin toistettavuus. *Gerontologia* 10, 37–41.

Kallinen M. 2008. Liikunta ja kestävyys. Teoksessa Leinonen R., Havas E. (toim.) Liikunnan yhteiskunnallinen perustelu III, Fyysinen aktiivisuus iäkkäiden henkilöiden hyvinvoinnin edistäjänä. Jyväskylä: LIKES, 104-110.

Keskinen, K., Häkkinen, K. & Kallinen M. 2007. Kuntotestaajan käsikirja. Liikuntalääketieteellinen Seuran julkaisu nro 161. Helsinki: Liikuntalääketieteellinen seura.

LaStayo, P.C., Ewy, G.A., Pierotti, D.D., Johns, R.K., Lindstedt, S. 2003. The Positive Effects of Negative Work: Increased Muscle Strength and Decreased Fall Risk in a Frail Elderly Population. *Journal of Gerontology: Medical Sciences* 58, 419-424.

LaStayo, P.C., Pierotti, D.J., Pifer, J., Hoppeler, H. & Lindstedt, S.L. 2000. Eccentric ergometry: increases in locomotor muscle size and strength at low training intensities. *American Journal Physiol.* 278, R1282-R1288.

LaStayo, P.C., Reich, T.E., Urquhart, M., Hoppeler, H., & Lindstedt, S.L. 1999. Chronic eccentric exercise: improvements in muscle strength can occur with little demand for oxygen. *American Journal Physiol.* 276, R611-R615.

LaStayo, P.C., Woolf, J.M., Lewek, M.D., Snyder-Mackler, L., Trude-Reich & Lindstedt, S.L. 2003. Eccentric Muscle Contractions: Their Contribution to Injury, Prevention, Rehabilitation, and Sport. *Journal of Orthopedic & Sports Physical Therapy* 33, 557-567.

Manini, T., Marko, M., VanArman, T., Cook, S., Ferhall, B., Burke, J., Ploutz-Snyder, L. 2007. Efficacy of resistance and task-specific exercise in older adults who modify tasks of everyday life. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* June 2007.

Mazzeo R. S., Tanaka H. 2001. Exercise Prescription for the Elderly. *Sports Med*, 31, 809-818.

McArdle W.D., Katch F.I., Katch V.L, 2001. Exercise Physiology. Fifth edition. USA: Lippincott Williams & Wilkins

Metitur Oy. 2009. Eccentric trainer – käyttäjän opas versio 1.5.

Nigg B.M., MacIntosh B.R., Mester J. 2000. Biomechanics and Biology of Movement. United States of America: Human Kinetics.

Purath, J., Buchholz, SW., Kark, DL. 2009. Physical fitness assessment of older adults in the primary care setting. *Journal of the American academy of nurse practioners* 21,101-107.

Roig, M., O'Brien, K., Kirk, G., Murray, R., McKinnon, P., Shadgan, B. & Reid, D.W. 2008. The Effects of Eccentric Versus Concentric Resistance Training on Muscle Strength and Mass in Healthy Adults: a Systematic Review with Meta-analyses. *British Journal of Sports Medicines*, 1-36.

Roos, E.M., Engström, M., Lagerquist, A. & Söderberg, B. 2003. Clinical Improvements after 6 Weeks of Eccentric Exercise in Patients with Mid-portion Achilles Tendinopathy – a Randomized Trial with 1-year Follow-up. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 14, 286-295.

Ruuskanen J. 2008. Ikääntyvien motoriset taidot ja oppiminen. Teoksessa Leinonen R., Havas E. (toim.) *Liikunnan yhteiskunnallinen perustelu III, Fyysinen aktiivisuus iäkkäiden henkilöiden hyvinvoinnin edistäjänä*. Jyväskylä: LIKES, 96-103.

Saarenheimo M. 2008. Liikunta ja psykososiaalinen hyvinvointi vanhuudessa. Teoksessa Leinonen R., Havas E. (toim.) *Liikunnan yhteiskunnallinen perustelu III, Fyysinen aktiivisuus iäkkäiden henkilöiden hyvinvoinnin edistäjänä*. Jyväskylä: LIKES, 111-118.

Sakari-Rantala R. 1997. Miten iäkkäiden liikkumiskykyä mitataan? *Fysioterapia* 44(7), 44–50.

Sakari-Rantala, R. 2003. Iäkkäiden ihmisten liikunta - ja kuntosaliharjoittelu. Jyväskylä: Likes.

Seeger, J.Y., Arvidsson, B. & Thorstensson, A. 1998. Specific effects of eccentric and concentric training on muscle strength and morphology in humans. *European Journal of Applied Physiology* 79, 49–57.

Shumway-Cook A, Woollacott M. 1995. *Motor Control: Theory and practical applications*. Baltimore: Williams & Wilkins.

Sihvonen S. 2008. Harjoittelu ehkäisee ikääntyneiden kaatumisia. Teoksessa Leinonen R., Havas E. (toim.) *Liikunnan yhteiskunnallinen perustelu III, Fyysinen aktiivisuus iäkkäiden henkilöiden hyvinvoinnin edistäjänä*. Jyväskylä: LIKES, 119-125.

Sipilä S. 2008. Liikunta ja lihasvoima. Teoksessa Leinonen R., Havas E. (toim.) *Liikunnan yhteiskunnallinen perustelu III, Fyysinen aktiivisuus iäkkäiden henkilöiden hyvinvoinnin edistäjänä*. Jyväskylä: LIKES, 90-95.

Smith R. 1994. Validation and reliability of the Elderly Mobility Scale. *Physiotherapy* 80, 744-747.

Spirduto, WW. 1995. Physical dimensions of ageing. Champaign, IL: Human Kinetics.

Symos, TB., Vandervoort, AA., Rice, CL., Overend, TJ., Marsh, GD. 2005 Effects of maximal isometric and isokinetic resistance training on strength and functional mobility in older adults. *Journal of Gerontology: MEDICAL SCIENCES* 60A, 777–781.

Tinetti ME. 1986. Performance oriented assessment of mobility problems in elderly patients. *JAGS* 34, 119-126.

Young, M.A., Cook, J.L., Purdam, C.R., Kiss, Z.S. & Alfredson, H. 2007. Eccentric decline squad protocol offers superior results at 12 months compared with traditional eccentric protocol for patellar tendinopathy in volleyball players. *British Journal of Sports Medicine* 39, 102-105.



YHTEISTYÖSOPIMUS OPINNÄYTETYÖSTÄ

| | | |
|--|--|---|
| Aihe | VOIMAA JA TOIMINTAKYKYÄ - Ikääntyneiden eksentrisen alaraajojen lihasvoimaharjoittelu | |
| Opinnäytetyön tekijät | Opiskelijat Wille Kauranen Juho-Matti Pimiä Tuomas Repo | Yhteystiedot Väinöläkatu 27 B11 53100 Lappeenranta puh: 041-5388623 Ainonkatu 19 A3 53100 Lappeenranta puh: 050-3665084 Katajasaarekatu 6 B30 53900 Lappeenranta puh: 050-3782481 |
| Ohjaajat | Työelämän edustaja Sirpa Ahokainen | Yhteystiedot Pohjolankatu 29 , 53100 Lappeenranta puh: 040 776 9560 |
| | Saimaan amk Kari Kauranen | Yhteystiedot Saimaan ammattikorkeakoulu Valto Käkelän katu 3, 53130 Lappeenranta puh: 040-5902261 |
| Opinnäyteprojektin kokonaiskesto | Syksy 2009 - kevät 2010 | |
| Työsuunnitelma: <ul style="list-style-type: none"> Projektin tavoitteet, työvaiheet ja niiden toteutusaikataulu Opinnäytetyön tuloksena syntyy | Selvittää millä tavalla 10-viikon eksentrisen alaraajojen lihasvoimaharjoittelu vaikuttaa ikääntyneiden lihasvoimaan ja fyysiseen toimintakykyyn. Kesä/syysy 2009: - Kirjallisuuskatsaus ja lähdemateriaaliin tutustuminen - Mittausmenetelmien ja kyselylomakkeiden valitseminen - Ryhmien kokoaminen - Harjoittelujakson sisällön suunnitteleminen - Opinnäytetyön suunnitelman valmistaminen Kevät 2010: - Alku- ja loppumittaukset - 10 viikon harjoittelujakson pitäminen - Tulosten analysointi - Opinnäytetyöraportin kirjoittaminen Kirjallinen opinnäytetyöraportti | |



YHTEISTYÖSOPIMUS OPINNÄYTETYÖSTÄ

| | |
|---|--|
| Sopimus resurssien käytöstä, kustannusten jakautumisesta ja palkkioista | Toimimme yhteistyössä Lappeenrannan liikuntatoimen kanssa, hakemalla osallistujia heidän järjestämistä kuntosaliryhmistä. Tutkimuksessa käytetään Saimaan ammattikorkeakoulun tiloja ja välineitä, joten niistä ei koidu kustannuksia tutkimukseen osallistujille. |
| Tekijänoikeudet (tekijänoikeuslaki, mallioikeuslaki, patenttilaki, hyödyllisyysmallilaki) | Tekijöillä on alkuperäinen oikeudenhallinta ja heillä on tekinjanoikeus työhönsä. |
| Raportointi ja tavoitteiden toteutumisen seuranta | Ohjaavan opettajan kanssa käytävät tapaamiset. Opinnäyteraportti valmistuu keväällä 2010. |
| Vastuukysymykset ja salassapito | Opinnäytetyön tekijät ovat päävastuussa opinnäytetyön etenemisestä ja raportin kokoamisesta. He ovat salassapitovelvollisia saatujen tietojen ja tuloksien sekä tutkimukseen osallistuvien henkilöiden tietoja koskien. |
| Työn arviointi | Työelämän edustaja osallistuu arviointiin <input type="checkbox"/> Työelämän edustaja ei osallistu arviointiin <input checked="" type="checkbox"/> |
| Päiväys ja allekirjoitukset | <p>Työelämän edustaja</p> <p><i>[Signature]</i></p> <p>Opiskelijat</p> <p><i>Kauranen Ville, Jukka, Taina Ryy</i></p> <p>Saimaan amk lehtori/ yliopettaja</p> <p><i>[Signature]</i></p> <p>KARI KAURANEN</p> |

15.12.2009



Syksy 2009

Sosiaali- ja terveysala

SAATE

Hyvä kuntosaliryhmäläinen,

olemme fysioterapiaopiskelijoita Saimaan ammattikorkeakoulusta, valmistumme joulukuussa 2010. Teemme opinnäytetyötä, missä tutkimme eksentrisen lihasvoimaharjoittelun vaikutuksia ikääntyvien alaraajojen lihasvoimaan ja toimintakykyyn. Tutkimuksen ajankohta on tammikuu-maaliskuu 2010 ja se sisältää alkumittaukset (vko 2), 10 viikon harjoittelujakson (vko 3-13) ja loppumittaukset (vko 14).

Tutkimukseen tarvitsemme sekä koe- että kontrolliryhmän, joista koeryhmä harjoittelee Saimaan ammattikorkeakoulun eksentriseen harjoitteluun tarkoitetulla Eccentric Trainer-laitteella ja kontrolliryhmä jatkaa tavallista kuntosaliharjoittelua jakson aikana. Koe- ja kontrolliryhmän tarkoituksena on, että voimme verrata eksentrisen harjoittelun vaikutuksia tavanomaiseen kuntosaliharjoitteluun. Ryhmäläiset jaetaan alkumittausten jälkeen arpomalla koe- sekä kontrolliryhmään.

Eksentrisellä harjoittelulla on todettu olevan positiivisia vaikutuksia lihasvoiman, lihasmassan ja toimintakyvyn kasvamisen kannalta. Erityisesti eksentrisellä lihasvoimaharjoittelulla on saatu vähennettyä ikääntyneiden kaatumistapauksia. Eccentric Trainer-laitteella harjoittelu on tutkitusti tehokkaampaa kuin tavallinen kuntosaliharjoittelu, joten sillä voidaan saada parempia tuloksia vähemmällä energiankulutuksella ja lyhyemmällä harjoitteluajalla kuin perinteisellä kuntosaliharjoittelulla. Teillä on nyt ainutlaatuinen mahdollisuus osallistua uuden laitteen ja eksentrisen harjoittelun kokeilemiseen.

Tutkimukseen osallistuvien kriteerit ovat: vähintään 60-vuoden ikä, osallistujalla ei saa olla sydän- ja verisuonitauteja, selvittämättömiä rintakipuja, tuoreita infarkteja eikä harjoittelua haittaavia tuki – ja liikuntaelinongelmia esim. akuutit nivelkivut tai tekonivelet.

Koeryhmäläisten harjoittelu tapahtuu kaksi kertaa viikossa Saimaan ammattikorkeakoululla. Harjoitus aika laitteella on 5-15 minuuttia kerrallaan ja sen ajankohta on sovittavissa henkilökohtaisesti viikon sisälle, koska laitteella voi harjoitella yksi henkilö kerrallaan. Kontrolliryhmäläisten harjoittelu koostuu kaksi kertaa viikossa tapahtuvasta kuntosaliharjoittelusta.

Tutkimuksessa kysytään henkilökohtaisia tietoja, jotka kaikki käsitellään luottamuksellisesti eikä kenenkään henkilöllisyys tule julki. Teidän on tärkeää tietää, että tutkimuksen voi halutessaan keskeyttää ja osallistuminen on täysin

vapaaehtoista. Sitoutuminen on meille tutkimuksen tekijöille ensiarvoisen tärkeää, koska tutkimushenkilöitä on vaikea saada ja tutkimuksen luotettavuuden kannalta on tärkeää, ettei katoa tapahtuisi harjoitusjakson aikana.

Liitteenä on kyselylomake, jossa selvitämme esitietoja ja palauttamalla sen Liikuntatoimen kuntosaliryhmän ohjaajalle viimeistään 1.12.2009 olette ilmaiseksi kiinnostuksen tutkimukseen osallistumisesta. Järjestämme infotilaisuuden johon toivomme kaikkien halukkaiden osallistumaan Saimaan ammattikorkeakoulun tiloissa (Valto Käkelän katu 3) Ma 7.12.2009 klo 15.00, missä esittelemme tutkimuksen yksityiskohtaisesti.

Toivomme, että mielenkiintonne heräsi tutkimustamme kohtaan ja mahdollisimman moni innostuisi tutkimuksesta. Mikäli teillä jäi jotain epäselväksi, vastaamme mielellämme mahdollisiin kysymyksiin. Voitte ottaa meihin yhteyttä puhelimitse tai sähköpostitse.

Ystävällisin terveisin,

Wille Kauranen
041-5388623
wille.kauranen@student.saimia.fi

Juho-Matti Pimiä
050-3665084

Tuomas Repo
050-3782481



Eccentric Trainer-laite, millä eksentrinen harjoittelu tapahtuu. Moottori pyörittää polkimia vastapäivään ja niitä vastustamalla saadaan harjoiteltua puhtaasti eksentristälihasvoimaa.

Halukkuus tutkimukseen osallistumisesta

Nimi: _____

puh: _____

Syntymäaika: _____

Osoite: _____

Allekirjoitus

Esitietolomake

TERVEYS/TOIMINTAKYKY-TAUSTA

HENKILÖTIEDOT

Nimi _____ Puhelin _____

Osoite _____

Syntymäaika _____ Pvm _____

sähköposti: _____

Merkittävä rasti ☒ asianomaiseen kohtaan

TERVEYS / TOIMINTAKYKY

Onko lääkäri todennut Teillä seuraavia sairauksia:

| | ei | on | Lääkitys |
|-------------------------|--------------------------|--------------------------|----------|
| verenpainetauti | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | _____ |
| sydänsairaus | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | _____ |
| mikä? _____ | | | |
| diabetes | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | _____ |
| astma | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | _____ |
| muu hengityselinsairaus | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | _____ |
| mikä? _____ | | | |
| selkäsairaus | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | _____ |
| muita sairauksia | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | _____ |
| mitä? _____ | | | |

Onko lääkäri antanut sairauksiin liittyen ohjeita liikunnasta? Millaisia?

Koetteko itsenne terveeksi? en ☐ kyllä ☐

Mikä vaiva häiritsee liikunnassa eniten? _____

Oletteko kaatunut viimeisen vuoden aikana? en ☐ kyllä ☐

Mistä tapahtui? Kuvaile vapaasti tapahtunutta _____

Onko käytössäsi liikkumisen apuväline?

Sisällä: ei ☐ kyllä ☐ mikä? _____

Ulkona: ei ☐ kyllä ☐ mikä? _____

TAUSTA

Aikaisemmat tottumuksenne liikuntaan

Minkälaisia liikuntatottumuksia Teillä on ollut elämänne aikana?

Tämän hetkinen liikuntanne

Harjoitan liikuntaa, joka rasittaa kohtuullisesti

- ☐ vähemmän kuin kerran viikossa
- ☐ kerran viikossa
- ☐ 2-3 kertaa viikossa
- ☐ 3 kertaa viikossa tai useammin

Mitä liikuntaa? _____



Sosiaali- ja terveysala

Syksy 2009

SUOSTUMUS

Olen saanut riittävästi tietoa tästä VOIMAA JA TOIMINTAKYKYÄ – IKÄÄNTYNEIDEN ALARAAJOJEN EKSENTRINEN LIHASVOIMAHARJOITTELU - opinnäytetyöstä ja olen ymmärtänyt saamani tiedon. Olen voinut esittää kysymyksiä ja olen saanut kysymyksiini riittävät vastaukset. Suostun osallistumaan tähän tutkimukseen.

Paikka

Aika

Potilas/asiakas

Opiskelija/opiskelijat



4.1.2010

Sosiaali- ja terveysala

SAATE

Hyvä tutkimukseen osallistuja,

Teille on varattu aika alkumittauksiin **XX.1.2010 klo XX.XX**. Mittaukset suoritetaan Saimaan ammattikorkeakoulun tiloissa Valto Käkelän katu 3 (sisäänkäynti takimmaiselta ovelta ks. kuva). Mittauksiin varattava aika on n. 2 tuntia. Saavutahan ajoissa, jotta ehdit vaihtamaan sopivan varustuksen mittaustilanteeseen ja pääsemme aloittamaan mittaukset ajoissa.

Mittaukset sisältävät:

1. Kehon koostumus
2. Tasapaino
3. Alaraajojen ojennusvoima
4. Liikkumiskyky

Mukaan tarvitet **sisäliikuntaan sopivat varusteet** (T-paita, verkkarit ja sisäkengät).

TESTIIN VALMISTAUTUMISOHJEET

- ei kahvia, teetä tai kolajuomia 2h ennen testiä
- kevyt ateriointi on sallittu 1h ennen testiä
- käytössä olevat lääkkeet otetaan normaalisti
- ei rasittavaa liikuntaa 2 h ennen testiä eikä normaalista poikkeavaa rasitusta edellisenä päivänä
- pyri nukkumaan edellinen yö levollisesti
- kerro, testien aikana testaajalle, jos sinulla ilmenee kipua tai epämiellyttäviä tuntemuksia, jotka vaikeuttavat testin suorittamista tai jotka voivat vaarantaa terveytesi

Jotta mittaustuloksista saadaan mahdollisimman luotettavia tutustu huolellisesti testiin valmistautumisohjeisiin ja pyri noudattamaan niitä. Jos et ole jostakin syystä voinut noudattaa ohjeita, mainitse asiasta testaajalle.
Ystävällisin terveisin,

Wille Kauranen
041-5388623

Juho-Matti Pimiä
050-3665084

Tuomas Repo
050-3782481

wille.kauranen@student.saimia.fi

Ajo-ohjekartta: Oppilaitos sijaitsee keskussairaalan (risti) takana.

Jatka Valto Käkelän katua keskussairaalan ohi tien päättymiseen asti. Olet tällöin oppilaitoksen yläpihan parkkipaikalla. Pääset sisään lasiovista (pieni nuoli) ja voit odottaa opastusta portaikon luona. Parkkipaikkoja saattaa tuohon aikaan olla pihapiirissä niukasti.



Testilomake alkumittaus

Nimi _____ # _____

Pituus _____ cm Paino _____ kg

InBody Lihasmassa _____ kg
Vas. jalka _____ kg
Oik. jalka _____ kg

| | | |
|-----------------------------|----------------------------|---------------|
| Staattinen tasapaino | silmät auki | silmät kiinni |
| edestakainen | _____ mm | _____ mm |
| sivuttais | _____ mm | _____ mm |
| matka x | _____ mm | _____ mm |
| matka y | _____ mm | _____ mm |
| | jalkojen etäisyys _____ cm | |
| | vas | oik |
| edestakainen | _____ mm | _____ mm |
| sivuttais | _____ mm | _____ mm |
| matka x | _____ mm | _____ mm |
| matka y | _____ mm | _____ mm |

Dynaaminen tasapaino _____ s
_____ mm
jalkojen etäisyys _____ cm

| | | |
|---------------------|----------|----------|
| | 90? | 120? |
| Ojennusvoima | _____ kg | _____ kg |
| | _____ kg | _____ kg |
| kelkan etäisyys | _____ cm | _____ cm |
| jalkojen etäisyys | _____ cm | _____ cm |

Liikkumiskyky _____ s

Mikäli pääsen arvonnassa kontrolliryhmään (kuntosaliryhmään), haluaisin suorittaa kuntosaliharjoittelun:

- A) Liikuntatoimen järjestämällä kuntosalikäynneillä
- B) Itsenäisesti
- C) Opiskelijoiden ohjaamilla kuntosalikäynneillä

Huom: _____

Testilomake loppumittaus

Nimi _____ # _____

Pituus _____ cm Paino _____ kg

InBody Lihasmassa _____ kg
Vas. jalka _____ kg
Oik. jalka _____ kg

| Staattinen tasapaino | silmät auki | silmät kiinni |
|----------------------|----------------------------|---------------|
| edestakainen | _____ mm | _____ mm |
| sivuttais | _____ mm | _____ mm |
| matka x | _____ mm | _____ mm |
| matka y | _____ mm | _____ mm |
| | jalkojen etäisyys _____ cm | |
| | vas | oik |
| edestakainen | _____ mm | _____ mm |
| sivuttais | _____ mm | _____ mm |
| matka x | _____ mm | _____ mm |
| matka y | _____ mm | _____ mm |

Dynaaminen tasapaino _____ s
_____ mm
jalkojen etäisyys _____ cm

| | 90? | 120? |
|-------------------|----------|----------|
| Ojennusvoima | _____ kg | _____ kg |
| | _____ kg | _____ kg |
| kelkan etäisyys | _____ cm | _____ cm |
| jalkojen etäisyys | _____ cm | _____ cm |

Liikkumiskyky _____ s

Huom: _____

FYYSISEN TOIMINTAKYVYN KYSELYLOMAKE

Nimi: _____

Syntymäaika: _____

Seuraavien kysymysten tarkoituksena on selvittää sitä, miten selviydte erilaisista ruumiillisista ponnistelua vaativista toiminnoista. Ympyröikää oikea vaihtoehto.

Tasot: 0 = selviän vaikeuksitta
 1 = on lieviä vaikeuksia
 2 = on suuria vaikeuksia
 3 = en selviä ilman toisen apua
 4 = en onnistu

Päiväys: _____

- | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. Pystyttekö nousemaan portaita välillä levähtämättä yhden kerrosvälin? | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 2. Pystyttekö kävelemään yhtäjaksoisesti vähintään 2 km? | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |

Jos pystytte kävelemään alle 2 km, niin kuinka pitkän matkan? _____

- | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|
| 3. Pystyttekö juoksemaan ainakin 100 metriä? | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 4. Pystyttekö nostamaan n. 10 kg painavan taakan (esim. täysinäinen vesiämpäri lattialta pöydälle)? | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |

Huomioita: _____

(Ikivihreät-projekti 1991)

1. Merkitse tukkimiehen kirjanpidolla, kuinka monta kertaa olet harjoitellut viikon aikana.
2. Jos jokin käynti jää väliin, ilmoita opiskelijoille ja yritä saada järjestettyä korvaava harjoittelukerta.
3. Harjoituksen tuntemuksiin kirjaa lyhyesti yleiset tuntemukset harjoituksen jälkeen
4. Rasitus kohtaan merkitse asteikolla 1-5 viikon aikana tuntema rasitustaso:
1 = erittäin kevyt 2 = kevyt 3 = hieman rasittava
4 = rasittava 5 = erittäin rasittava
5. Mikäli teillä on kysyttävää päiväkirjan täyttämisestä tai muusta harjoitteluun liittyvästä, ottakaa yhteyttä:

HARJOITUSPÄIVÄKIRJA

Tammikuu - Maaliskuu

2010

| Vilkot | Harjoituksen tuntemukset | Rasitus |
|--------|--------------------------|---------|
| 1 | | |
| 1 | | |
| 2 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |
| 5 | | |
| 6 | | |
| 6 | | |
| 7 | | |
| 7 | | |
| 8 | | |
| 8 | | |
| 9 | | |
| 9 | | |
| 10 | | |
| 10 | | |



Henkilökohtainen harjoitusohjelma

Saimaan ammattikorkeakoulu

Saimaan ammattikorkeakoulu, Kahilanniemen kampus
Valto Käkelän katu 3, 53130 Lappeenranta, Suomi

Lähtijä Tuomas Repo

Asiakas _____

[video](#)



©PhysioTools Ltd

Lämmittely kuntopyörällä

Istu pyörän päälle. Aseta satula niin, etteivät polvet ojennu kokonaan.

Alkulämmittelyä 5-10 min.



©PhysioTools Ltd

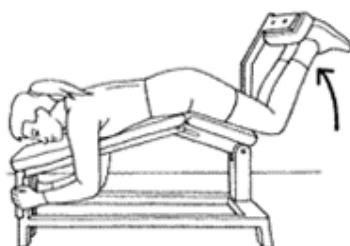
Polven ojennus koneella

Alkuasennossa sääret osoittavat alaspäin, tukirulla säärien päällä (lähellä nilkkoja). Ojenna jalat hitaasti suoriksi. Laske hitaasti takaisin alkuasentoon. Pidä selkä penkissä.

Viikot 1-2 3 sarjaa, 12-15 toistoa

Viikot 3-6 3 sarjaa, 8-12 toistoa

Viikot 7-10 3 sarjaa, 4-8 toistoa



©PhysioTools Ltd

Polven koukistus

Asetu päinmakuulle laitteeseen ja tartu käsillä kiinni kahvoista. Koukista jalkoja vastusta vastaan. Pidä varpaat koukussa ja lantio koko ajan alustalla.

Viikot 1-2 3 sarjaa, 12-15 toistoa

Viikot 3-6 3 sarjaa, 8-12 toistoa

Viikot 7-10 3 sarjaa, 4-8 toistoa



©PhysioTools Ltd

Varpaillenousu istuen

Alkuasennossa istu päkiät korokkeella, tukityyny reisien alaosassa (lähes polvien päällä). Anna pohkeiden venyä (nilkka koukussa). Ojenna nilkka suoraksi. Palaa hitaasti alkuasentoon.

Viikot 1-2 3 sarjaa, 12-15 toistoa

Viikot 3-6 3 sarjaa, 8-12 toistoa

Viikot 7-10 3 sarjaa, 4-8 toistoa

[video](#)



©PhysioTools Ltd

Askelkyyky käsipainoilla

Ota käsipainot molempiin käsiin ja seiso haara-asennossa jalkaterät hartioiden leveydellä. Astu oikealla jalalla pitkä askel eteenpäin niin, että vasemman jalan polvi koskettaa lattiaa. Huomaa, että astuvan jalan jalkaterä on hieman polven etupuolella. Ponnista takaisin alkuasentoon. Vaihda astuvaa jalkaa.

Viikot 1-2 3 sarjaa, 12-15 toistoa

Viikot 3-6 3 sarjaa, 8-12 toistoa

Viikot 7-10 3 sarjaa, 4-8 toistoa